أساسيات علوم الأشجار الخشبية

الأستاذ الدكتور
طلعت عبد الحميد عمران

الدكتور
حسني عبد العظيم ابو جازية

الدكتور
أحمد محمد البحة

الدكتور
أحمد علي عامر

قسم الأشجار الخشبية وتكنولوجيا الأخشاب
كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

2002

مكتبة بستان المعرفة
لطبع ونشر وتوزيع الكتب
كفر الدوار - الحدائق ٢٢٤٢٢٨-٠٤٥

أساسيات
علوم الأشجار الخشبية

أ.د/ طلعت عبد الرحمن عمران

د/ حسنى عبد العظيم أبو جازية   د/ أحمد محمد البحه

د/ أحمد على عامر

قسم الأشجار الخشبية وتكنولوجيا الأخشاب
كلية الزراعة - جامعة الاسكندرية

٢٠٠٢

الناشر
بستان المعرفة
لطبع ونشر وتوزيع الكتب
كفر الدوار - الحدائق ☎: ٢٢٤٢٢٨

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

بســم الله الرحمــن الرحيــم

الحمد لله رب العالمين

وبعــــد،

تعــد الأشــجار الخشــبية ذات أهمية في حماية البيئة والمحافظة على التوازن البيئي خاصــة بالمــناطق الجافة كما هو الحال في مصر وغيرها من الدول العربية، بالإضافة إلى الفوائــد المباشــرة الأخرى التي يتم الحصول عليها منها ولهذا كان لابد من وجود مــرجع يحتوى على الأساسيات الخاصة بعلوم الأشجار خاصة ما يتعلق بالعوامل التي يحــدد عــلى أساســها اختيار النوع لمنطقة ما وإنشاء مصدات الرياح و تثبيت الكثبان الرمــلية وكيفية نمو الأشجار وتقدير أحجامها وهى معلومات لاغنى عنها للمتخصصين في هذا المجال بالإضافة إلى الطلبة الذين يدرسون مادة الأشجار الخشبية بكلية الزراعة جامعــة الإســكندرية وغيــرها من الجامعات الأخرى ومن هنا كان هذا الكتاب ضروريا لســد العجز فى هذا المجال من المعلومات المتعلقة بالأشجار والذى تحتاج أليه المكتبة العربية بصفة عامة،

نــأمل مــن الله أن يكــون هذا الكتاب ذو نفع بالنسبة للدارسين والعاملين في مجــال الأشــجار الخشــبية ولكــل من يرغب فى تفهم دور الأشجار فى المحافظة على النظام البيئي بالمناطق الجافة والله ولي التوفيق،

الأستاذ الدكتور/ طلعت عبد الحميد عمران
الدكتور/ حسنى عبد العظيم أبو جازية
الدكتور/ أحمد محمد البحه
الدكتور/ أحمد على عامر

الباب الأول

الفصل الأول

الغابة تعريفها ونشأتها

الفصل الثانى

العوامل المحددة لانتشار وأهمية الأنواع

الباب الأول

الفصل الأول

الغابة تعريفها ونشأتها

تعريف الغابة:

أهـتم المشـتغلون بالغابـات في وضع تعريف للغابة ومن التعريفات المستخدمة أنها عـبارة عـن مجـتمع نـباتى يشغل مساحة من الأرض تكون الأشجار العنصر الرئيسى السائد به.

تركيب الغابة:

وتـتركب الغابـة بشـكل عام من الأشجار والشجيرات وهى تمثل النباتات السائدة بها بالإضـافة إلى النباتات الزاحفة والمتسلقات والأعشاب والسراخس والطحالب والفطريات والبكـتريا والصـور النـباتية الأخـرى بالإضافة إلى الحيوانات والطيور وباقى صور المملكة الحيوانية.

نشأة الغابة:

نشـأت الغابـات نـتيجة عملية التعاقب النباتى التى تنتهى بتكوين تركيب ذروى هو الغابـة والـذى يكون متلائم مع المناخ والأرض وله القدرة على تجديد نفسه طبيعياً وقد يـبدأ الـتعاقب النـباتى عـلى بيـئة مائيـة ويأخذ مراحل مختلفة هى مرحلة النباتات المغمـورة–مرحـلة النـباتات الطافيـة–مرحلة النباتات البرمائية –مرحلة مروج السمار ويعـد هـذه المرحـلة يأخذ التعاقب أحد اتجاهين تبعاً للظروف المناخية فإذا كانت كمية الترسـيب (الأمطـار ومصـادر الميـاه الأخرى) كافية فإن المرحلة التى تلى المراحل

الســابقة تكــون المرحلة الشجرية يليها مرحلة الغابة الذروية أما إذا كانت كمية الترسيب قليلة والبخر شديد فانه يأخذ اتجاه التعاقب الملحى الذى يميز البيئات الملحية.

أيضـــا قـــد يبدأ هذا التعاقب على بيئة جافة مثل الصخر أو الرمل ويأخذ عدة مراحل هى مرحــلة الأشـــن القشـــرية يـــليها الأشن الورقية يليها مرحلة الأعشاب الحولية ثم مرحلة الأعشـــاب المعمـــرة يليها المرحلة الشجيرية ثم مرحلة الغابة الذروية وعلى هذا نجد أن عمـــلية الـــتعاقب تـــبدأ عـــلى بيئة مائية أو جفافية وتنتهى ببيئة متوسطة الأحوال المائية وبـــناء عـــلى ذلـــك تعرف الغابة التى تكونت نتيجة للمناخ بأنها تركيب ذروى ينمو على أرض ناضـــجة ومـــتوافق مع المناخ وله القدرة على تجديد نفسه طبيعيا ونجد أن الأنواع التى تتكون منها تختلف تبعاً لاحتياجاتها المائية وقد نشأت معظم الغابات بهذه الطريقة.

أيضـــا نشأت بعض الغابات نتيجة العوامل الفسيوغرافية مثل انحدار الأرض والارتفاع وهـــذه الغابـــات لا تعتـــبر ذروة حقيقيـــة حيـــث يمكن أن تتهدم إذا تهدم العامل المسبب لتكويـــنها ومـــثل هـــذه الغابات تسمى ذروة فسيوغرافية وليست ذروة مناخية هذا ويطلق على الغابة في الدول العربية لفظ غابة، حرج، دغل، حرش.

أنواع التعاقب:

أ- الـــتعاقب الابـــتدائى Primary succession: وهـــو يـــبدأ إما من بيئة جافة أو رطبة (مائية) ويمكن تلخيصه فى الشكل التالى

جافـــة Xeric ⟵ متوسطـــة Mesic ⟶ مائية Hydric

والمرحـــلة الـــ Mesic هى الـــتى تمـــثل الشكل الذى تحتله الغابات فى شكلها الحالى والوصول إلى هذه المرحلة قد يستلزم ملايين السنين.

ب- الـــتعاقب الثانوى Secondary succession وهو يحدث فى أرض كانت ممتلئة بالغابـــات وتعرضـــت للـــتدهور بأى وسيلة مثل الحرائق والأوبئة وغيرها وكونت جيل جديد.

توزيع الغابات بالعالم:

تعتبر الغابات من الموارد الطبيعية المتجددة التى تتعرض للاستهلاك والتناقص نتيجة للطلب المتزايد على منتجاتها ولهذا فمن المهم وجود معلومات حديثة ودقيقة عن الغابات بالعالم لمعرفة الوضع الحالى للغابات والعوامل التى قد تؤثر عليها في المستقبل والوسائل التى يجب اتخاذها لضمان المحافظة عليها وإدارتها إدارة مستمرة تمكن من الحصول على المنتجات والخدمات المتحصل عليها منها. ويقصد بكلمة المنتجات الفوائد المباشرة كما يقصد بالخدمات الفوائد غير المباشرة.

ويجدر الإشارة بأن مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية الذى عقد في ريو دى جانيرو في يونيو ١٩٩٢ قد ركز على الاهتمام بالغابات خاصة الجوانب الخاصة بصيانتها وإدارتها لضمان بقائها كما تقوم منظمة الأغذية والزراعة بنفسها وبالتعاون مع المنظمات الدولية مثل اللجنة الاقتصادية لأوروبا التابعة للأمم المتحدة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى توفير صورة عامة عن موارد الغابات بالعالم على فترات قدرها عشر سنوات وذلك بناء على المعلومات القطرية الموجودة وقد أجرت المنظمة تقييم حديث لموارد الغابات في عام ٢٠٠٠ (FRA 2000) سوف تنشر نتائجه في نهاية العام نفسه أو في عام ٢٠٠١. وتبعاً للمعلومات التى نشرتها منظمة الأغذية والزراعة عن حالة الغابات بالعالم كانت مساحة الغابات بالعالم عام ١٩٩٥ حوالى ٣,٤٥٤ مليار هكتار وهو ما يعادل ٢٦,٦% من مساحة العالم موزعة كالآتى:

٥٢٠ مليون هكتار بأفريقيا أى ما يعادل ١٥% من مساحة الغابات في العالم.٥٦٥ مليون هكتار بآسيا بما في ذلك منطقة المحيط الهادى منها ٤٩١ مليون هكتار بالدول النامية (١٤,٢%) ، ٧٤ مليون هكتار بالدول المتقدمة.

١٤٦ مليون هكتار بأوروبا (٤,٢%).

٩٥٠ مليون هكتار بأمريكا الجنوبية بما في ذلك منطقة الكاريبى (٢٧,٥%)

٤٥٧ مليون هكتار بأمريكا الشمالية (١٣,٢%).

- كمـــا يوجد بدول الاتحاد السوفيتى سابقاً (توجد فى كل من آسيا وأوروبا) ٨١٦ مليون هكتار (٢٣,٦%).

ويوجــد بـــالدول المـــتقدمة ١٤٩٣ مليون هكتار أى حوالي ٤٣,٢% من المساحة الكلية لـــلغابات بيـــنما يوجـــد بـــالدول النامية والتى يعد معظمها من البلدان الاستوائية ١٩٦١ مليون هكتار (٥٦,٨%).

وتـــبعاً لإحصـــاءات ١٩٩٠ تقدر مساحة الغابات الاستوائية بحوالى ١,٧٦ مليار هكتار بيـــنما تقدر مساحة الغابات المعتدلة ١,٦٤ مليار هكتار. أيضاً يوجد أكثر من نصف هذه المســـاحة فـــي ٧ دول هى الاتحـــاد السوفيتى سابقاً والبرازيل وكندا والولايات المتحدة والصين وإندونيسيا.

نصيب الفرد من الغابات:

يقـــدر متوســـط مـــا يخـــص الفرد ٠,٧ هكتار بأفريقيا، ٠,١ هكتار بآسيا، ٣,٢ هكتار بمـــنطقة المحيـــط الهـــادى بمـــا في ذلك استراليا ونيوزيلندا، ٠,٣ هكتار بأوروبا، ٢,٨ هكـــتار بالاتحـــاد السوفيتى سابقاً، ٢,٧ هكتار بامريكا الجنوبية، ٨،٣ هكتار بكندا، ٠,٨ هكتار بالولايات المتحدة

إضـــافة إلى الغابات الطبيعية توجد المزارع الحرجية والتى تقدر مساحتها بحوالى ٨٠-١٠٠ مليون هكتار تبعاً لإحصاءات منظمة الأغذية والزراعة عام ١٩٩٥.

يقـدر التـناقص فـي مساحة الغابات بالعالم في الفترة من ١٩٨٠-١٩٩٥ بنحو ١٨٠ مـليون هكـتار بمعـدل قدره ١٥ مليون هكتار سنوياً. وهذه المساحة تعبر عن الفقد في الغابـات بـالدول الـنامية والزيادة التى حدثت بالدول المتقدمة ففى هذه الفترة تناقصت مسـاحة الغابات بالدول النامية حوالي ٢٠٠ مليون هكتار بسبب تحويل جزء من الغابات إلى أراضـى زراعيـة أساسـاً بينما زادت مساحتها بالدول المتقدمة بحوالى ٢٠ مليون هكتار نتيجة إعادة نمو الغابات المتدهورة والتى لم تعد تستغل في الزراعة.

الاستهلاك العالمى من الأخشاب:

ازداد الاسـتهلاك العالمى من الأخشاب في الفترة من ١٩٧٠-١٩٩٤ أى في الـ ٢٥ عامـاً الماضـية بحـوالى ٩٠٠ مليون متر مكعب حيث وصل إلى حوالي ٣٤٠٠ مليون مـتر مكعـب في عام ١٩٩٤ تمثل أخشاب الحريق (حطب الوقود) والفحم حوالي ١٨٩٠ مـليون مـتر مكعـب مـنها أى أكثر من ½ الإنتاج العالمى من الأخشاب وتبعا" FAO). (1997و تـبعاً لإحصـاءات ١٩٩٠ يبلغ الاستهلاك العالمى ٤١٠ مليون م^{٣} من الأخشاب المنشـورة و١٢٦ مليون متر مكعب من الألواح الخشبية ، ٢٧١ مليون طن من الألياف، ٢٦٦ مليون طن من الورق والورق المقوى.

الغابات والزراعات الحرجية بالعالم العربى:

تعـد الـدول العـربية فقيرة في ثروتها الخشبية باستثناء السودان حيث قدرت مساحة الغابـات بهـا بحـوالى ٤١،٤ مـليون هكتار عام ١٩٩٥ وإن كان جزء كبير منها يعد غابات استوائية جافة فقيرة في ثروتها الخشبية.

وتوجـد ٦ دول عربية لا توجد بها غابات طبيعية وهى مصر والكويت والبحرين ودولة الإمارات العربية المتحدة وقطر وعمان (جدول ١).

توجـد ٧ دول عـربية بهـا أكـثر من مليون هكتار من الغابات الطبيعية وهى الجزائر والعراق والمغرب والسودان وتونس والمملكة العربية السعودية واليمن.

اهـم الأنـواع الـنامية بمنطقة الشام (العراق، سوريا، الأردن،لبنان وفلسطين) هى أنواع البـلوط أو السـنديان وأهمهـا *Quercus aegilops*، *Q. infectoria* ، *Q. egilaps*. *Q. libani*

والإسفندان أو القيقب

Acer spp والشـنار *Platanus orientalis* والبطم (الفستق) وأهم أنواعه *Pistacia atlantica.*،

P.khinjuk والحور خاصة الحور الفراتى *Populus euphratica*

كما يتواجد من المخروطيات الصنوبر وأهم الأنواع التى تنمو بهذه المنطقة

Pinus Pinea، *Pinus brutia*، *Pinus halepensis* والعرعر *Juniperus spp*

والسرو *Cupressus sempervirens* والشوح الكليكى *Abies cilicica*.

أما الأنواع الرئيسية بمنطقة المغرب العربى فهى الصنوبر المثمر أوالصنوبر الجامد *Pinus pinea* والصنوبر الحلبى *Pinus halepensis* والسرو *Cupressus* أشجار الـ *Acacia senegalensis* وتعد المصدر الأول للصمغ العربى بالعالم أشجار الـ *Acacia*

senegalensis وتعد المصدر الأول للصمغ العربى بالعالم جنس الأكاسيا مثل: *Acacia* *tortilis*، *A. mellifere* ، *Acacia raddiana* . البروسوبس *Prosopis juliflora*

والتمرهندى *Tamarindis indica* والإتل أو العبل *Tamarix aphylla* والماهوجنى الأفريقى *Khaya senesgalensis* والعديد من الأنواع الأخرى. أهم الأنواع بغابات المملكة العربية السعودية الأكاسيا ت وأهمها ، *Acacia etabica*، *Acacia flava*، *A.* *asak*، *Commiphora spp* *Salvadora persica*، الإصلاقل *Juniperus phoeicea* ، *excelsa* *Junperus* بالغابات المخروطية وأشجار الـ *Avicenia marina*، *Rhizophora* *mucrinate* بغابات المنجروف على البحر الأحمر

وأهـم الأنـواع بغابات اليمن عديدة الأكاسيات والنبق والإتل والـ *Juniperus procera* بالغابـات المخـروطية وتـنمو بها نفس الأنواع الموجودة بغابات المنجروف بالسعودية

وذلــك على شواطئ البحر الأحمر أيضا" بالإضافة إلى أنواع عديدة من الشجيرات أهمها جنس الــ *Acacia* والــ *Commiphora*

جدول (١) : مساحات الغابات ومزارع الغابات بالعالم العربى بالهكتار

الدولة	الغابات الطبيعية	سنة التقدير	مزارع الغابات	سنة التقدير
الجزائر	١,٣٧٦,٠٠٠	١٩٩٥	٩٧٢,٠٠٠	١٩٩٥
البحرين	لا يوجد	—	٣٤١	١٩٩٨
مصر	لا يوجد	—	٥٧,٠٠٠	١٩٩٣
العراق	١,٧٦٢,٠٠٠	١٩٩٨	١,١٩٥	١٩٩٩
الأردن	١٠٨,٩٠٠	١٩٩٣	٤٢	١٩٩٥
الكويت	لا يوجد		٤,٢٩٤	١٩٩٦
لبنان	٧٠,٠٠٠	١٩٩٧	---	—
ليبيا	١٩٠,٠٠٠	١٩٩٥	٢١٠	١٩٩٥
المغرب	٣,٥١٤,٠٠٠	١٩٩٥	٥٦٥	١٩٩٥
عمان	لا يوجد	—	٨٨٣	٢٠٠٠
قطر	لا يوجد	—	٤٩١	١٩٩٧
السعودية	٢,٧٠٥,٠٠٠	١٩٩٤	٣,٥٨٢	١٩٩٩
السودان	٤١,٤١٠,٠٠٠	١٩٩٥	٢٠٣,٠٠٠	١٩٩٥
سوريا	٢٣٢,٩٠٠	١٩٩٢	٢٢٢,٢٩١	١٩٩٨
تونس	٣٥٤,٠٠٠	—	٣٢٠,٠٠٠	١٩٩٥
الإمارات العربية	لا يوجد	—	٣١٣,٥٨٢	١٩٩٨
اليمن	١,٩٥٥,٠٠٠	١٩٩٣	٥,٤٠٠	١٩٩٩

المصدر:

بالنســبة للــبحرين، مصر،العراق، الأردن الكويت، لبنان، عمان، قطر، المملكة العربية السعودية، سوريا، الإمارات العربية المتحدة، FAO.FRA 2000

اليمن : Huntings Service Co. Limited. 1993

الدول الأخرى: FOA and SOFO, 1997

علم الغابات Forestry

يعـرف عـلم الغابات بأنه الإدارة السليمة للأراضى المغطاة بالأشجار الخشبية لضـمان اسـتمرار حصول الأجيال الحالية والمقبلة على المنتجات والخدمات التى تعود عـلى المجـتمع بالفائدة منها بطريقة مستمرة وهذا التعريف هو الأكثر قبولاً حيث يشمل تـنظيم إنتاج الغابات واستثمارها بطريقة تحقق الفوائد المرجوة منها سواء كانت منتجات خشـبية أو غير خشبية مثل الثمار والفللين والعلف وخلافه وأيضاً والخدمات التى تؤديها مـثل حماية البيئة وتحسين المناخ وزيادة الإنتاج الزراعى يرتبط هذا العلم بمجموعة من العـلوم الأساسـية كعـلم الكيمياءوالفيزياء والرياضة والبيئة والعلوم الزراعية والهندسة والاقتصاد والإحصاء والاجتماع.

أيضـاً يرتبط بعلوم تطبيقية كثيرة لها صلة وثيقة بها ويلزم الإلمام بها مثل علوم إدارة المـراعى وإدارة مجمعات المياه والحياة البرية والتنسيق الطبيعى ويقسم علم الغابات إلى عدد من الأقسام يختص كل جزء منها بناحية من النواحى التى تتعلق بهذا العلم وهى:

١- مجموعة علوم تنمية الغابات Silliviculture

وتهـتم هـذه المجموعـة مـن العـلوم بالطـرق الخاصـة بإكثار الغابات الطبيعية والمعـاملات الـتى تجـرى عـليها ابتداء من تكوين الجيل الجديد واستقراره حتى بداية عـمليات القطـع الـنهائية والأساس الذى تبنى عليه مجموعة علوم التنمية هو مجموعة عـلوم الـ Silvics وهو يختص بالأسس والقواعد البيئية التى تحكم نمو وتطور الأنواع الشجرية المختلفة وكذلك تفاعل الأشجار مع البيئة.

٢- حماية ووقاية الغابات Forest protection

ويهـتم هـذا العـلم بحماية المجموعات الشجرية أو الغابات من العوامل التى تسبب تـلفها سـواء كـانت عوامـل طـبيعة مـثل الحرائق أو عوامل حيوية مثل الأمراض والحشـرات وهـذا العلم يعد في بعض التقسيمات أحد علوم التنمية إلا انه نظراً لأهميته بالنسـبة لـلغابات حيـث أنها نباتات معمرة ويمكن أن يؤدى أى ضرر أثناء فترة حياتها إلى فقـد المحصول بعد عدد من السنوات بحيث لا يمكن تعويضها لذا فقد اعتبر علماً مسـتقلاً. أيضاً يقع تحت هذا القسم المعاملات التى تجرى على الأخشاب للمحافظة عليها وحمايتها من الإصابة بالحشرات أو الفطريات أو البكتريا.

٣- تكنولوجيا الأخشاب Wood technology

وهـو يختص بدراسة التركيب التشريحي للأخشاب وخصائصها الطبيعية والميكانيكية والكيماوية وغيره من الصفات التى تحدد استخدام الخشب وطرق تصنيعه.

٤- قياسات الغابات Forest mensuration

ويخـتص هـذا العـلم بطرق قياس النمو في الغابات القائمة وطرق تقدير المحصول بالغابـات وتقديـر الـنمو الكلى أو المساحة القاعدية وأيضاً قياس أقطار وأطوال وتقدير حجم الكتل المقطوعة أو التنبؤ بكمية الخشب الممكن الحصول عليها من نشر الكتل.

٥- إدارة الغابات Forest management

ويخـتص هـذا العـلم بالسياسة المتبعة في إدارة الغابة لضمان استمرارها والحصول عـلى الفوائـد المـرجوة منها ووضع الخطط الخاصة بالغابة موضع التنفيذ ويهدف هذا العلم إلى تنفيذ الأهداف التى تتواجد من أجلها الغابة.

٦- اقتصاديات الغابات Forest economics

وهـذا العـلم يخـتص بـالعوامل الاقتصـادية التى تحدد استخدام الغابة وقيمة الناتج الخشـبى وغيـر الخشـبي ويجب أن نضع في الاعتبار أن الفوائد التى نحصل عليها لا تشـمل فقـط المنـتجات الخشـبية والغيـر خشبية التى يمكن تقدير قيمتها ولكن تشمل الخدمـات التى تؤديها الغابات مثل المحافظة على مجمعات المياه ومنع انجراف الأرض والحمايـة البيـئية الـتى قد تكون اكثر قيمة من الناتج الخشبى وغير الخشبى المتحصل عليه.

بالإضـافة إلى هذه الأقسام توجد تقسيمات أخرى تشمل عدد أكبر من الأقسام مثل علم تصـنيف أشـجار الغابات Dendrology ، وعلم مشاتل الغابات Forests nurseries والتشجير Afforestation،،وعـلم إدارة المـراعى Range management، عـلم إدارة مسـاقط ومسار الميـاه Watershed management ويعـد القسمين الأخيرين ذات أهمية بالدول العربية التى توجـد بهـا غابـات طـبيعية حيـث تعـانى معظمهـا مـن الـرعى الجائر بالغابات خصوصـا"الغابـات الجبـلية الـتى يؤدى قطع وإزالة الغابات بها إلى ضرر لمجمعات المياه.

أنواع الغابات:

تقسـم الغابـات إلى عـدة أنـواع تـبعاً لاعتبارات خاصة مثل عمر الأشجار داخل المجموعـة وعدد الأنواع النباتية الموجودة بها وتركيبها النباتى ويهدف هذا التقسيم إلى تسهيل دراستها وفيما يلى أهم هذه التقسيمات.

١- التقسيم تبعاً للتركيب Composition

ويقصد بالتركيب التركيب النباتى والتركيب النوعى.

التقسيم تبعاً للتركيب النباتي:

وفيه تقسم الغابات إلى:

أ- الغابات المخروطية Coniferous forests

وهى الغابــات الــتى يوجــد بهــا اكــثر من ٧٥% من الغطاء التاجى من الأنواع المخــروطية ويطــلق على هذا النوع من الغابات أسماء مختلفة منها الغابات مستديمة الخضــرة evergreens نظــراً لأن الأنــواع المخروطية مستديمة الخضرة أو الغابات ذات الأوراق الإبرية أو الغابات ذات الأخشاب الطرية soft wood.

ب- الغابات ذات الورق العريض Broadleaved forests

وهى الغابــات التى بها أكثر من ٧٥% من الغطاء التاجى من أنواع عريضة الأوراق ويطــلق عــليها أيضاً الغابات النفضية أو متساقطة الأوراق decidious أو الغابات ذات الأخشاب الصلدة hardwoods

كما تقسم تبعاً للتركيب النوعى إلى:

أ- غابات نقية Pure forests

وهى الغابــات التى ينمو بها نوع واحد من الأشجار يمثل ٧٥% أو أكثر من الأنواع الموجــودة فى الغابــة أو عــدد من الأنواع من نفس الجنس مثل أنواع الصنوبريات أو أنــواع البــلوط والــباقى ٢٥% قــد يمــثله أنواع أخرى وتتميز الغابات النقية بسهولة واقتصــادية إنــتاجها ــ وتجانس المنتج أما من أهم عيوبها فهى عندما تتعرض للإصابة بالكوارث تكون إصابة جماعية ــ ولها شكل جمالى غير مرغوب.

ب- الغابات المختلطة Mixed forests

وهى الغابـــات الـــتى لا تكون الأنواع المخروطية أو ذات الورق العريض ٧٥% من الغطاء التاجى أو تتكون من مجموعة من الأنواع مختلفة نباتياً.

وقـــد اقـــترحت هـــذه التعريفات بواسطة مؤتمر خبراء الغابات Kotka III وهو التقسيم المســـتخدم حاليـــا" بواســـطة منظمة الأغذية والزراعة في تقييم الغابات وتتميز الغابات المختـــلطة بتقـــليل التـــنافس عـــلى العناصر الغذائيةـــ إنخفاض احتمال الاصابة الشديدة بالافـــات أو الكـــوارث ـــ ولها شكل جمالى مرغوب أما من أهم عيوبها فتحتاج لعناية فى ادارتها وتحتاج خبرة أكثر.

٢- التقسيم تبعا للحالة Condition

تقسم الموارد الحرجية تبعا لحالتها إلـ

١,٢- الغابات الطبيعية

وهـــذه تشـــمل كـــل مساحة بها غطاء نباتى اكثر من ١٠% وأكبر من ١/٢ هكتار و تتكون من أشجار يصل طولها عند النضج في موقعها إلى ٥ متر على الأقل وتشمل.

أ- غابات كثيفة Dense forests

وهى الغابـــات الـــتى يوجد بها أكثر من طبقة تاجية أو كثافتها التاجية أكبر من ٤٠% ويقصد بالكثافة التاجية النسبة المئوية التى تشغلها تيجان الأشجار من مساحة الغابة.

ب- غابات مفتوحة Open forests

وهى الغابات التى تتراوح كثافتها التاجية من ١٠-٤٠%

٢,٢- الأراضى الحرجية الأخرى

وتشمل الأراضى التى تنمو بها أشجار لا يقل طولها عن ٥ متر و تتراوح كثافتها التاجية من ٥-١٠% أو بها شجيرات لا تصل إلى ارتفاع ٥ متر ولا يقل طولها عن ٥ و٠ متر وكثافة تاجية أكبر من ١٠% وتقسم إلى:

أ- الأراضى الشجيرية: وتنمو بها شجيرات لا يزيد طولها عن ٥ متر وغالباً لا يكون لها تاج محدد.

١- الغابات المراحة وتشمل كل النمو الشجرى الناتج من إزالة الغابات الطبيعية وتحويلها إلى أراضى زراعية ويتكون من خليط من جيوب شجرية وأراضى زراعية لا يمكن الفصل بينهما بطريقة فعلية.

٣- التقسيم تبعاً للعمر

يقصد بالتقسيم تبعاً للعمر هو تقسيم الغابات تبعاً للاختلافات في عمر الأشجار داخل الغابة وتقسم إلى:

أ- غابات متجانسة أو متساوية العمر Even aged forests

وهى الغابات التى تحتوى على أشجار ذات عمر واحد تقريباً بحيث لا تزيد الفروق السنية بين أكبر الأشجار وأصغرها عمراً عن ± ٥% من دورة القطع وهو السن التى تكون عنده الأشجار ناضجة وصالحة للقطع كما تعرف الغابات المتجانسة السن على أنها الغابات التى لا تزيد الفروق في أعمار الأشجار بها عن ٥-٢٠ سنة.

ب- غابات غير متجانسة العمر uneven aged forests

وهى الغابـــات الـــتى تحتوى على أشجار مختلفة العمر من مرحلة البادرة حتى الأشجار الناضـــجة وقـــد تكون الأعمار مرتبة في فترات سنية صغيرة داخل المجموعة مثل ١-٥ سنوات و ٦-١٠ سنوات وهكذا حتى عمر ١٠٠ سنة على سبيل المثال.

٤-التقسيم تبعاً للموقع

وفيه تقسم الغابات تبعاً لأماكن تواجدها كالآتى:

١- الغابات الاستوائية

٢- الغابات تحت الاستوائية

٣- غابات المناطق المعتدلة

٤- غابات المناطق الباردة

٥- الغابات القطبية وتحت القطبية

٥-التقسيم من حيث الملكية

تقسم الغابات تبعا للملكية إلى:

١- غابات حكومية

٢- غابات تعاونية

٢- غابات تابعة للبلديات

٣- غابات خاصة

٦-التقسيم تبعاً للغرض من استخدامها

١- غابات إنتاجية

٢- غابات وقائية (للحماية البيئية وصيانة مجمعات المياه)

٣- غابات ترويحية

٤- غابات الحماية (للمحافظة على الحياة البرية والنباتية)

٧-التقسيم تبعاً للإدارة

تقسم الغابات تبعاً للإدارة إلى:

١- غابات مدارة فنياً كما فى غابات أوربا والولايات المتحدة.

٢- غابات غير مدارة فنياً كما فى الغابات الاستوائية.

فوائـــد الغابات:

يمكـــن تقســـيم الفوائـــد التى يتم الحصول عليها من الغابات إلى المنتجات الحرجية وهى الـــتى يـــتم الحصول عليها من الغابة مباشرة بالإضافة الى الخدمات التى تؤديها الغابات نتيجة وجودها مثل حماية موارد المياه والترويح وفيما يلى ملخص لهذه الفوائد:

المنـــتجات الحـــرجية: تقســـم المنـــتجات الحرجية إلى منتجات حرجية خشبية ومنتجات حرجية غير خشبية.

١- المنتجات الحرجية الخشبية:

أ- الخشـــب الخـــام والفحـــم: ويشمل الخشب الخام الأخشاب في صورتها غير المصنعة مثل أخشاب الحريق (حطب الوقود).

ب- الأخشاب المستديرةtimber مثل الأعمدة ودعائم المناجم

ج- الأخشـــاب المنشـــورةlumber الـــتى تســـتخدم في الأعمال الإنشائية وصناعة الأثاث والصناعات الخشبية.

د- المنتجات المحولة مثل عجينة الورق أو الألفا سليولوز.

هـــ إنتاج خشب القشرة والأبلاكاج والواح الخشب الحبيبى وعيدان الكبريت

٢- المنتجات الغير خشبية:

أ-الفــلين: تعد دول المغرب العربى المصدر الأساسي للفلين (المغرب وتونس والجزائر) ويبــلغ الإنتاج السنوي في تونس ٨٠٠٠ طن. أهم الأنواع المنتجه للفلين الـــ *Quercus suber*.

ب- الأعــلاف: تســتخدم أوراق و ثمــار بعــض الأنواع الشجرية التى تكون مستساغة لــلحيوان وذات قيمة غذائية عالية كعلف للحيوانات مثل بعض الأشجار البقولية وأشجار الحور كما تستخدم الأعشاب والنباتات الموجودة بأرضية الغابة لهذا الغرض.

ج- الراتــنجات والصموغ: وتستخرج الراتنجات من الصنوبريات كما ينتج الصمغ من أشــجار الصــمغ العــربى أساسا *Acacia senegalensis* و في شبه الجزيرة العربية توجد الراتــنجات والراتــنجات الصــناعية فــي *Boswellia* والــ *Commiphora* التابعة للعائلة *Burseraceae* . وتنتج هذه المواد من القنوات الصمغية الموجودة بالقلف.

د- مــواد الدباغــة والأصباغ: تستخرج التانينات المستخدمة في الدباغة من أنواع عديدة مــن الأشــجار أشــهرها بالوطن العربى أشجار الأكاسيا حيث يحتوى قلف الأشجار في بعــض الأنــواع مــن ٢٨-٣٠% تانيــنات كما تستخرج الأصباغ من المواد التربنتينية والأوراق والــثمار لبعض الأنواع مثل *Pistacia terebinthus* ، *Pistacia lentiscus* ، *Rhus spp*

هـــ - الــزيوت: تنــتج بعــض الــزيوت العطرية المستخدمة في الصناعات العطرية والطــبية من بعض الأشجار مثال لذلك بالوطن العربى يستخرج زيت الأكاسيا المستخدم فــي صــناعة العطــور مــن أشــجار الفتــنة *Acacia farnesiana* كمــا يستخرج زيت اليوكاليــتوس المســتخدم فــي الأدويــة المضــادة للإلتهابات من أزهار بعض أنواع الكافور.كما تستخرج زيوت التشحيم من بذور الـــ

Jatropha spp. وكذلــك يســتخرج مــن جــذور بعــض أنواع المخروطيات الراتنجات العطرية.

و- إنــتاج الــثمار المســتخدمة في التغذية: تستخدم ثمار العديد من الأنواع في التغذية ومــثال لذلــك بالوطن العربى ثمار الصنوبر المستخرجة من الصنوبر المثمر أو الجامد *Pinus pinea* وثمــار الفســتق المســتخرجة مــن أشجار البطم *Pistacia sp* والخروب في ســوريا والـــ *Andansoinia digitata*، *Balanites aegyptiaca* و *Zizyphus sp* في السودان. وفى مصــر تســتخدم ثمار التوت *Morus sp* والجميز *Ficus sycamorus* والبمبوزيا، *Eujenia jambolana*.

ز- إنــتاج الشــراب: تســتخدم أشــجار *Acer saccharinum* بكندا والولايات المتحدة في الحصــول عــلى شــراب سكرى يستخدم مباشرة أو في صناعة الفطائر ويتم الحصول عــليه بعمل جرح في اللحاء وجمع السائل السكرى كما تستخدم فى مصر ثمار الخروب والتمر هندى كمشروبات.

ح – إنــتاج الأدويــة: تستخدم أوراق وثمار وبذور بعض الأشجار فى الطب الشعبى والصناعات الدوائية وأمثلة لذلك:

فى الســودان تســتخدم الأجزاء المتحللة بالنقع من ثمار وبذور *Balanites aegyptiaca* تستخدم كملين وطارد للديدان كما تحتوى الجذور على الـــ Sapogenins.

المســتخلص المــائي (١٠:١) لـــبذور *Moringa olifera* فعــال ضد فطريات *Candida* و *Penicillium*

فى باكســتان يســتخدم مســتخلص الـــ *Commiphora mukul* فــي خفــض محــتوى الكوليسترول

تحــتوي أنــواع الفيكس *Ficus glomerata* ، *F. religiosa* على سيتو ستيرول د ـــ جلوكسيد له تأثير على خفض السكر (Bever,1980)

. تستخدم ثمار الـ *Zizyphus Jujuba* في الصين لمعالجة الربو الشعبي وأمراض الحساسية (Kigonivhi 1980 و Jyong- chyulyong).كما تستخدم أوراق أشجار Tilia فى علاج الكحة .

وتستخرج مادة السلسلات المستخدمة فى عمل الأسبرين وأدوية الروماتيزم من أوراق الصفصاف

Salix sp

و- العسل البري: تعتبر بعض دول الشرق الأدنى منتجة للعسل الطبيعي حيث يربى النحل على أزهار الأكاسيا والكافور وتعد تونس من الدول العربية المنتجة العسل الطبيعي من الغابات.

ح- الفطر البري: في سوريا تجمع الأنواع التابعة لجنس *Pleurotus* و *Lentinus* من غابات البلوط والصنوبر كما يوجد فطر الـ *Pleurotus ostreatus* بكثرة على قواعد أشجار الحور في الزراعات التي تقع على طول نهر الفرات وكذلك فطر *Tuber sp* وهو من الأنواع الفاخرة المتواجدة فى باطن التربة المأهولة بأشجار الحور الأبيض والأسود فى ايطاليا .

الفوائد البيئية للأشجار

١- حماية التربة ومنع التعرية

من الوظائف الأساسية للغابات المحافظة على النظم البيئية مثل النظم البيئية الجبلية الهاشة فى بعض الدول العربية وغيرها وتوفير ومجموعات الأشجار الخشبية ويتضح هذا من النقاط التالية :

أ- تستخدم الأشجار كمصدات للرياح وأحزمة وقاية حول الحقول والمناطق الحضرية والطرق العامة مثل أشجار الكازوارينا والكافور والسرو والصنوبر والحور وغيرها .

ب ـ تستخدم الأشجار فى تثبت الكثبان الرملية ومنع زحف الرمال وبالتالى مكافحة التصحر مثل أنواع الأكاسيا والبروسوبس وغيرها

جــــ ـــ تستخدم فى حفظ حواف الترع والقنوات من الإنهيار مثل أشجار الصفصاف فى الريف المصرى

د ـــ بــزراعة الأشــجار أيضــا" فى مواقع السيول والفيضانات فيمكنها من تقليل إندفاع المياه وتقليل أضرارها والتى تؤدى إلى جرف الطبقة السطحية من التربة .

هـــــ ـــ تســـتخدم بعض الأشجار مثل الكافور فى عملية الصرف البيولوجى أو التخلص من الماء الأرضى الزائد حيث أن لهذه الأشجار مقدرة عالية على النتح

٢ـ التنــــــزه والســياحة وحمايـــة الحياة البــرية

أدى التحضـــــر الســـريع إلى زيادة الحاجة للمتنزهات والخدمات وتقدم المتنزهات عدداً مــن الخدمــات الــترفيهية مــثل صــيد الحيوانـــات، صيد الأسماك، ملاحظة الطيور، المعسكرات بالإضافة إلى الحفاظ على التنوع البيولوجي.

٣ـ المحافظة على التوازن الغازى فى البيئة وتقليل التلوث الجوى .

المصـــدر الرئيســى لغاز الأكسجين على سطح الأرض هو عملية البناء الضوئى فى النــباتات الخضراء وتلعب الأشجار دورا" هاما" فى إنتاج هذا الغاز الهام والتخلص فى نفس الوقت من غاز ثانى أكسيد الكربون .

ولقــد ذكر ان إزالة الغابات ساهمت بما يوازى ٢٠% من أسباب زيادة غاز ثانى أكسيد الكــربون فى الجو . وذكر العلماء بأنه لكى يتم إعادة التوازن الغازى يلزم زراعة ٤٦٥ مـــليون هكتار بالغابات لإزالة ٩و٢ مليون طن من الكربون وهى الكمية التى تتراكم منه فى الجو كل عام .

كمـــا أن الأشـــجار تعمل كمصفاة طبيعية للغازات الضارة فى المناطق الصناعية وبالتالى تقلل من تلوث الهواء الجوى ـــ بالإضافة إلى ترسيب كميات هائلة من الأتربة عليها .



الفصل الثانى

العوامل المحددة لانتشار وأهمية الأنواع

١ – العوامل المحددة لانتشار النوع

يتحدد مدى انتشار النوع بعدة عوامل أهمها:

أ– القدرة على التأقلم Adaptation

يعتمد التوزيع الطبيعى للأنواع الشجرية على العوامل البيئية وأهمها الحرارة والرطوبة وكل نوع شجرى له نطاق طبيعى يتواجد فيه وكلما زاد هذا النطاق أو المدى كلما زاد تواجد النوع وبالتالى المساحات التى ينمو عليها. وعلى ذلك فالأنواع التى لها نطاق طبيعى واسع أكثر أهمية من الأنواع المحدودة الانتشار لإمكانية الحصول على أعداد أكبر من الأشجار وإقامة صناعات خشبية عليها.

ويمكن ملاحظة تأثير درجة الحرارة على التواجد الطبيعى للأنواع بدراسة تغير الأنواع مع الارتفاع عن سطح البحر حيث تنخفض درجة الحرارة بمعدل قدره ٣° ف لكل ارتفاع قدره ١٠٠٠ قدم عن سطح الارض فعند ارتفاع سطح الأرض نجد أن الحشائش والأنواع ذات الورق العريض تتواجد طبيعياً ومع زيادة الارتفاع تتواجد الغابات المختلطة المكونة من أنواع مخروطية مع الأنواع ذات الورق العريض وعلى ارتفاعات أعلى يبدأ تواجد الغابات المخروطية يليها مخروطيات المناطق الباردة وعند ارتفاعات أعلى لا يمكن للأشجار أن تنمو نظراً لانخفاض درجة الحرارة وهذا الارتفاع يسمى خط الشجرة Timber line

ب- الانتشار المحلى Local extension

يقصد بالانتشار المحلى مدى تواجد الأنواع في داخل نطاقها الطبيعى فمثلا الأنواع التى تتطلب مناخاً أكثر برودة يكون أفضل نمو وتواجد لها في الأجزاء الشمالية في داخل نطاقها الطبيعى بينما تتواجد في جنوب هذا النطاق في مواقع أقل. وتفيد معرفة الانتشار المحلى للنوع في عمليات الإكثار حيث يفضل زراعة الأنواع الأكثر ملاءمة للموقع.

ج- الشكل Form

يتخذ كل نوع من الأشجار شكلاً معيناً في بيئته إذا كان ينمو على مسافات كافية أما إذا لم توجد المسافة التى تسمح بنموه فإن الشكل الظاهرى قد يختلف ومعظم الأنواع لها تيجان تختلف في الشكل عن الأنواع الأخرى. ومع ذلك فهناك شكل عام تتصف به تيجان الأنواع المخروطية وعدة أشكال مختلفة تتصف بها تيجان الأشجار ذات الورق العريض ويتغير شكل التاج تبعاً لعمر الشجرة ولمدى تزاحم الأشجار ويظهر ذلك في المخروطيات بوضوح حيث يتسع التاج ويكون مفتوحاً أكثر عند سن النضج بينما تكون مخروطية عند العمر الصغير.

والأنواع المخروطية التى يوجد بها برعم قمى يؤدى إلى استمرار الساق الأصلى في النمو يمكن الحصول منها على كتل خشبية أكثر من الأنواع ذات الورق العريض التى تتفرع بعد ارتفاع معين من سطح الأرض .

د- متطلبات النوع من العناصر الغذائية والمياه

من المعروف أن الأنواع الشجرية تختلف في احتياجاتها من العناصر الغذائية والمياه وبالتالى مدى خصوبة التربة التى تنمو عليها وكقاعدة عامة فإن الأشجار عريضة الأوراق تحتاج إلى عناصر غذائية ومياه أكثر من الأنواع المخروطية وفى

داخل كل مجموعة من المجموعات السابقة تختلف الأنواع في احتياجاتها. وعلى ذلك ففي المواقع الجيدة في المناطق التي ينمو بها كلا المجموعتين تتواجد الأشجار المخروطية مع الأشجار ذات الورق العريض وتزداد احتياجات الأشجار من العناصر الغذائية والمياه مع العمر. وبصفة عامة فإن مجاميع الأشجار الخشبية لا تستهلك خصوبة الأرض مثل المحاصيل العادية للأسباب الآتية:

١- تتحلل وتعاد إلى الأرض مرة أخرى بينما يتكون الجزء المستديم بالشجرة وهو الساق من سلاسل من الكربون وحدات الجلوكوز والتي تتكون من ذرات الكربون والأكسجين والهيدروجين بعكس المحاصيل العادية.

٢- المجموع الجذرى للأشجار الخشبية أكثر كفاءة في استغلال الموقع لتواجده بأعماق أكبر بالتربة عن الأعماق التي تصل إليها جذور المحاصيل العادية.

٣- متطلبات الأشجار من العناصر الغذائية اللازمة لتكوين وحدة وزنية من المادة الجافة أقل من المحاصيل العادية مثيلاتها بالأشجار وهذا يفسر صلاحية الأراضي الفقيرة التي لا تصلح لنمو المحاصيل العادية في زراعة الأشجار.

بالنسبة للإحتياجات المائية فتتوقف الكمية التي تحتاجها الأشجار من المياه تبعاً لعوامل عديدة منها المناخ والنوع الشجرى النامي والكثافة التاجية للغابة والبخر.ونظراً لأن الغابات تعتمد على المصادر الطبيعية للمياه مثل الأمطار والجليد فإن استفادة الغابة منها تتوقف بدرجة كبيرة على موسم سقوط الأمطار فالأمطار التي تسقط في فصل الصيف تستنفذ منها الغابة أكثر عن الأمطار التي تسقط في فصل الشتاء حيث يكون النمو غير نشط. أيضاً تتوقف الاستفادة من الأمطار على مدى انتظامها وسقوطها فكلما كانت الأمطار أكثر انتظاماً كلما زادت الاستفادة منها كما يحدث جريان سطحى لجزء كبير من الأمطار الشديدة وتقل الاستفادة منها. وللغابة دور هام في المحافظة على المياه حيث تؤدى إلى تقليل الجريان السطحى والبخر وزيادة كميات المياه المترسبة داخل التربة كما أن الغطاء التاجي يحجز كمية من المياه الساقطة وفى حالة الأمطار

الأقــل من ٢مم فإنها تحجز كلية بواسطة التاج وتتبخر دون أن يصل منها شئ للأرض. ومــن الصعب إعطاء تقدير عام عن الاحتياجات المائية للأشجار وهناك بعض التجارب الــتى اجــريت لتقدير الاحتياجات المائية للأشجار بالمناطق المعتدلة الغنية بالغابات غير أن هذه الدراسات لم تجرى بعد بالمناطق الجافة مثل مصر والعالم العربى.

٢- العوامل التى تحدد أهمية الشجرة الخشبية

تــتحدد أهميــة أى نوع خشبى بعوامل عديدة تتعلق بصفات الخشب الناتج أو كميته أو حجــم الكــتل الممكن الحصول عليها أو قدرة النوع على إعادة إنتاجه ويجب الوضع فــي الاعتــبار أن هــذه العوامل لا يمكن تواجدها معاً بالنوع الواحد وعلى سبيل المثال الأنــواع ســريعة الــنمو تنتج أخشاب أقل جودة من الأنواع الأخرى وعلى هذا إذا كان الهــدف الحصــول عــلى نمو خشبى كبير بصرف النظر عن جودته فإن العامل المحدد لأهميــة الشجرة في هذه الحالة هو سرعة النمو بينما إذا كان الهدف إنتاج نوعيات جيدة مــن الأخشــاب فــإن الأنواع المستخدمة ستحدد على أساس الصفات المطلوبة بصرف النظر عن سرعة نموها وفيما يلى أهم هذه العوامل:

أ- نوعية الخشب Wood quality .

مــن الأهــداف الرئيســية عند تنمية أى غابة هو الحصول على ناتج خشبى منها وفى الغابــات المنــتجة للخشــب تتحدد أهمية الأنواع تبعاً لنوعية الخشب الناتج ويقصد بــنوعية الخشــب كــل الصــفات التشريحية والطبيعية والكيميائية للأخشاب التى تحدد صــفاتها وبالــتالى اســتخداماتها. فمثلا لتأثير بعض هذه الصفات يتحدد مدى صلاحية الأنــواع لاســتخراج عجينة الورق بناء على نسبة المستخلصات الخشبية وطول الألياف فكــلما زادت نســبة المستخلصات كلما انخفض محصول اللب وتستخدم كمية أكبر من

المــادة الكيماويــة فــي الحصــول على اللب بينما يحدد طول الألياف إلى درجة كبيرة صفات الورق الناتج.

أيضــا الأخشــاب المســتخدمة فــي الأعمال الإنشائية يجب أن تكون ذات معامل مرونة عالى وهذه يصلح لها الأنواع المخروطية التى تمتاز بذلك.

ب- الحجم النهائى للشجرة

يــتحدد الحجــم الــنهائى للشــجرة بعوامل عديدة وراثية وبيئية. وهناك أنواع تصل لأحجــام كــبيرة في موطنها الأصلى وأخرى ذات أحجام محدودة ويتحدد الحجم النهائى أيضاً بطبيعة نمو النوع فالأنواع

ذات الــنمو القــائم excurrent الــتى يســتمر فيها الساق الأصلى في النمو الطولى نتيجة وجــود الــبرعم الطــرفى يمكــن الحصــول منها على كتل من الساق أكبر من الأنواع المفترشــة decurrent الــتى يتوقف فيها البرعم الطرفى عن النمو بعد عمر معين وتكون مجموعــة الفــروع الجانــبية التاج . ويحدد الحجم النهائى الاستخدامات التى يصلح لها الخشــب الــناتج فــالأنواع الكــبيرة الحجم التى تنتج كتل قاعدية كبيرة تصلح أخشابها لاســتخدامات عديــدة بيــنما الأنــواع الصــغيرة الحجم لها استخدامات محدودة. ومن المعــروف أن الأشــجار تصل إلى أقصى حجم لها داخل نطاقها الطبيعيو ينخفض النمو خــارج هــذا النطاق حتى أن بعض الأنواع التى تتواجد على صورة أشجار كبيرة داخل نطاقها الطبيعى قد تتواجد على صورة شجيرات خارج هذا النطاق.

ج- سرعة النمو Rate of growth

تختــلف ســرعة الــنمو بيــن الأنواع وبعضها نتيجة الاختلافات الوراثية والظروف البيــئية كما يختلف معدل نمو النوع تبعاً للكثافة الشجرية فكلما زاد التزاحم بين الأشجار عن حد معين كلما انخفض معدل نموها.

١- يمكن للأنواع المحتملة للظل أن تنمو مكونة طبقة تحت تيجان الأنواع المحبة للضوء.

٢- الكفاءة التمثيلية للأشجار المحتملة للظل أعلى من الكفاءة التمثيلية للأنواع المحبة للضوء وهذا يفسر وجودها واستمرارها تحت تيجان الأشجار المحبة للضوء رغم انخفاض شدة الإضاءة.

٣- تيجان الأنواع المحتملة للظل كثيفة وضيقة بينما تيجان الأنواع المحبة للضوء تيجانها مفتوحة أكثر كما أن التقليم الطبيعى بطئ في الأنواع المحتملة للظل عنه في الأنواع المحبة للضوء.

٤- نظراً لسرعة التقليم الطبيعى في الأنواع المحبة للضوء فتكون سيقانها اسطوانية أكثر من سيقان الأنواع المحتملة للظل.

هـ- درجة المقاومة للحشرات والأمراض

تحدد مدى مقاومة النوع للإصابة بالحشرات والأمراض مدى أهميته حيث تحدد مدى نجاحه واستمرار أشجار النوع في النمو في منطقة ما حتى نهاية دورة القطع وعلى ذلك فالأنواع المقاومة طبيعياً للآفات والأمراض أكثر أهمية من الأنواع غير المقاومة ومثال لبعض الحالات التى أدى عدم مقاومة النوع فيها للآفات إلى عدم انتشار زراعتها

- إصابة أشجار الحور بمدينة الإسكندرية بمصر بحفار ساق التفاح مما يحد من انتشاره بها.

- إصابة أشجار الشنار بسوريا بحفار ساق الشنار.

- إصابة بعض أنواع الكافور بحفار ساق الكافور بليبيا.

- مرض لفحة القسطل *Chestnut blight* الذى أباد كثير من غابات أوربا.

١- يمكــن للأنــواع المحتمــلة لــلظل أن تنمو مكونة طبقة تحت تيجان الأنواع المحبة للضوء.

٢- الكفــاءة التمثيــلية للأشجار المحتملة للظل أعلى من الكفاءة التمثيلية للأنواع المحبة للضــوء وهــذا يفســر وجودهــا واستمرارها تحت تيجان الأشجار المحبة للضوء رغم انخفاض شدة الإضاءة.

٣- تيجــان الأنــواع المحتمــلة للظل كثيفة وضيقة بينما تيجان الأنواع المحبة للضوء تيجانهــا مفــتوحة أكــثر كما أن التقليم الطبيعى بطئ في الأنواع المحتملة للظل عنه في الأنواع المحبة للضوء.

٤- نظــراً لسرعة التقليم الطبيعى في الأنواع المحبة للضوء فتكون سيقانها اسطوانية أكثر من سيقان الأنواع المحتملة للظل.

هـ- درجة المقاومة للحشرات والأمراض

تحــدد مــدى مقاومة النوع للإصابة بالحشرات والأمراض مدى أهميته حيث تحدد مــدى نجاحــه واســتمرار أشــجار النوع في النمو في منطقة ما حتى نهاية دورة القطع وعــلى ذلــك فــالأنواع المقاومة طبيعياً للآفات والأمراض أكثر أهمية من الأنواع غير المقاومــة ومــثال لــبعض الحــالات التى أدى عدم مقاومة النوع فيها للآفات إلى عدم انتشار زراعتها

- إصــابة أشــجار الحــور بمديــنة الإســكندرية بمصر بحفار ساق التفاح مما يحد من انتشاره بها.
- إصابة أشجار الشنار بسوريا بحفار ساق الشنار.
- إصابة بعض أنواع الكافور بحفار ساق الكافور بليبيا.
- مرض لفحة القسطل *Chestnut blight* الذى أباد كثير من غابات أوربا.

- مرض الدردار الهولندى Dutch elm disease الذى أصاب كثير من أشجار الدردار فى أوروبا بالدمار.

والأمثلة على ذلك عديدة. أيضاً تحدد درجة مقاومة الأخشاب المختلفة مدى أهميتها فالأخشاب المحتملة أكثر أهمية من الأنواع المعرضة للإصابة بعد استخدامها ويجب أن نضع في الاعتبار أن درجة المقاومة تختلف في خشب نفس الشجرة فخشب القلب (الخشب الداخلى) محتواه أكثر من المستخلصات التى تكون سامة لأنواع عديدة من الفطريات بالإضافة إلى وزنه العالى وصلابته أكثر.

ومثال لبعض الأخشاب النامية أشجارها بالعالم العربى العالية المقاومة التاكسوديوم والأرز من معراة البذور وأشجار السنط الكاذب *Robinia pseudoacacia* والبطم (الفستق). و من الأنواع ذات الأخشاب متوسطة التحمل الصنوبر الحلبى والصنوبر البروتى من معراة البذور وأخشاب بعض أنواع البلوط مثل *Quercus infectoria* من مغطاة البذور أما الأنواع غير المحتملة فمنها أخشاب الشوح *Abies spp* من معراة البذور والحور والصفصاف من مغطاة البذور.

و- القدرة على التعاقب

يقصد بالقدرة على التعاقب هو مقدرة النوع على التكاثر وتكوين جيل جديد طبيعياً عند إزالته سواء بالطرق الخضرية مثل نمو الأفرع والخلفات مكان القطع أو على الجزء المتبقى من الشجرة بعد قطعها أو التكاثر عن طريق البذور للأنواع التى تكون بذور تسقط على أرضية الغابة وتكون جيل جديد محل الجيل المقطوع ولها طرق سنذكرها فيما بعد و الأنواع التى لها قدرة عالية على التعاقب اكثر أهمية من الأنواع التى يصعب إكثارها طبيعياً لضمان استمرار وجود نفس النوع في المنطقة بعد قطع الجيل الموجود وبالتالى استمرار الحصول على خشب نفس النوع.

ز- مدى توافق النوع مع الظروف البيئية

كمـــا ســبق ذكــره فــإن مــدى توافق النوع مع الظروف البيئية يحدد مدى انتشاره وبالــتالى المســاحات الممكــن الــتواجد بهــا ومدى استمرار الحصول على الأخشاب المطــلوبة مــن هذا النوع وبالتالى فالأنواع التى لها مدى واسع من التوافق مع الظروف البيئية تكون اكثر أهمية من الأنواع محدودة الانتشار.

المراجع

- الأســتاذ الدكــتور/ طــلعت عمران، دكتور/ حسنى أبو جازية، دكتور/ أحمد البحة، دكتور/ أحمد عامر ٢٠٠٠: محاضرات فى أساسيات الأشجار الخشبية.

- مهــندس /معيــن الــزغت. ١٩٦٦: أساسيات ومبادئ علوم الغابات والحراج. الجزء الأول.الحراج وحراجتها. مطبعة جامعة دمشق

- د/عــثمان عــدلى بــدران - د/الســيد عــزت قــنديل ١٩٧١-أساسيات علوم الأشجار وتكنولوجيا الأخشاب دار المعارف.

الباب الثانى

طرق قطع وإكثار الغابات الطبيعية

Reproduction Methods of Natural Forests

الباب الثاني

طرق قطع وإكثار الغابات الطبيعية

Reproduction Methods of Natural Forests

تقسم طرق قطع وإكثار الغابات الطبيعية إلى:

أولا الطرق الخضرية وهذه تشمل:

أ- طريقة الجم العادية وتسمى الجم البسيط simple coppice

ب- طريقة الجم مع أحد الطرق القياسية وتسمى الجم المركب compound coppice

ثانيا الطرق البذرية وتشمل:

طرق تستخدم للمجاميع الشجرية المتساوية العمر وهي:

١. طريقة القطع الكامل Clear cutting method

٢. طريقة الشجرة البذرية seed tree method

٣. طريقة الغابة الواقية Shelter wood method

بينما تطبق على المجاميع الشجرية الغير متساوية العمر طريقة الاختيار أو الانتخاب selection method.

الطرق الخضرية

تستخدم الطرق الخضرية للقطع فقط مع الأنواع الشجرية التى يمكنها إعادة تكوين الجيل الجديد من الأشجار بواسطة البراعم التى تنمو فى قواعد السيقان المتروكة. وبالطبع فإن الصفات الوراثية سوف تنتقل بالكامل من الجيل القديم إلى الجيل الجديد وتصلح هذه الطريقة للتطبيق مع بعض أنواع الحور والصفصاف والإثل والبلوط وبعض أنواع الكافور وغيرهم.

أ- طريقة الجم العادية Coppice method

فـي هـذه الطـريقة يتم إعادة تكوين الجيل الجديد نتيجة التكاثر الخضري الطـبيعي حيـث تـزال أشـجار المحصـول ويعتمد تكوين الجيل الجديد على نشاط الـبراعم الخضـرية الموجـودة عـلى قواعد السيقان المتروكة وهى تنتج عادة من الـبراعم الجانـبية أو مـن على براعم جذرية تحمل على جذور مدادة أو من الخلايا المرسـتيمية الموجـودة بمـنطقة الكامـبيوم حول الخشب والتي تنكشف لتكون أفرع جديـدة وبعـد ذلك يختار أحد هذه الأفرع ليكون الشجرة الخشبية الجديدة التى ستحل محل الأشجار المقطوعة.

ب- طـريقة الجـم مـع أحـد الطرق القياسيةCoppice -with -standard smethod أو الجم المركب compound coppice

وهـذه الطـريقة تشـمل طـريقة الجم العادية مع أحد الطرق البذرية المعروفة وتطـبق هذه الطريقة في حالة الغابات النقية مثل غابات التيك الموجودة في جنوب قارة آسـيا والـتي تعرف باسم الغابات الاستوائية الرطبة حيث تطبق طريقة الجم على جزء مـن المحصـول للحصول على أحجام متوسطة بسرعة خلال دورة قطع تعادل ½ دورة القطـع الـبذرية بينما تطبق الطريقة البذرية على جزء من المجموعة الشجرية للحصول عـلى أشجار ضخمة. أيضاً تطبق هذه الطريقة في حالة الغابات المختلطة . هذه الطريقة لهـا عـدة مميزات فهي تحتل مكان وسط بين الطرق الخضرية والطرق البذرية كما إنها تفيـد عـند الرغبة في إنتاج سيقان لها قيمة تجارية عالية وكذلك الحصول على محصول كبير دون النظر إلى جودته. ويجب مراعاة الآتي عند تطبيق طرق التكاثر الخضري:

١- أن يكـون سـطح القطـع مـائل لـكى لا تتجمع المياه على السطح وبالتالى لاتتعفن قواعد الأشجار.

٢-أن يــتم القطــع فى فصــل الشــتاء عــند سكون الأشجار لضمان عدم فصل الكامبيوم عن الخشب عند منطقة القطع.

مميزات الطرق الخضرية:

١- دورة القطــع قصــيرة وبذلــك يمكــن الحصول على محصول كبير في فترة زمنية قصيرة.

٢- سهلة التطبيق ولا تحتاج خبرة فنية عالية.

٣- قليلة التكاليف نسبياً

٤- يمكن بها المحافظة على الصفات الوراثية المرغوبة.

٥- التعاقب مضمون.

عيوب الطرق الخضرية:

١- لا تطبق إلا على الأنواع التى تتكاثر خضرياً.

٢- صغر حجم السيقان الناتجة.

٣- الأخشاب الناتجة أقل جودة عن الناتجة من الطرق البذرية فى كثير من الصفات.

٤- تؤدى عند تكرارها إلى تقليل كفاءة الموقع واجهاده.

٥- تعــد طــريقة الجــم من الطرق التى تؤدى إلى تدمير الموقع وتعريضه إلى التعرية وإن كانت طريقة الجم مع الطرق القياسية تقلل من هذه التأثيرات السلبية.

الطرق البذرية High forest methods

كما سبق ذكره تشمل الطرق البذرية طرق تستخدم للمجاميع الشجرية المتساوية العمر بينما تطبق طريقة الانتخاب على المجاميع الشجرية الغير متساوية العمر.

الطرق المستخدمة للمجموعات الشجرية متساوية العمر

طريقة القطع الكامل Clear cutting method

فـــي هـــذه الطـــريقة تزال الأشجار كلها في عملية قطع واحدة نهائية ويبدأ ظهور الجيـــل الجديد طبيعياً بدون تدخل الإنسان وقد يحتاج نجاح الجيل الشجري الجديد إلى عـــدة ســـنوات ويكـــون مصـــدر البذور لهذا الجيل إما من الأشجار القائمة الموجودة خـــارج مكان القطع والتي توجد عادة بجوار المساحة المقطوعة وفي هذه الحالة نجد أن أكـــبر كميـــة من البذور توجد بالقرب من الأشجار القائمة وتقل كلما ابتعدنا عنها. أو قـــد يكـــون مصدر البذور من الأشجار التي أسقطت وفي هذه الحالة يجب أن يتم القطـــع في سنة بذرية جيدة وأن يكون في الوقت الذي توجد به الثمار الناضجة على الشجرة.

فـــي هذه الطريقة يتم القطع في مساحات أو شرائط ضيقة لضمان انتثار البذور بكل المـــنطقة المقطوعـــة خاصة إذا كان مصدرها الأشجار المجاورة. كما يجب أيضاً أن يراعى اتجاه الرياح عند قطع الشرائح لضمان وصول البذور للمناطق المقطوعة.

أيضـــاً يجـــب تهيـــئة الظـــروف الـــتي تساعد على إنبات واستقرار البادرات الجديدة بالمـــنطقة وأحيانـــاً يـــلزم إجراء بعض العمليات بعد القطع لتجهيز الموقع لنمو الجيل الجديد وهذه تشمل:

١. التخلص من كل المخلفات الناتجة عن القطع وخاصة قمم الأشجار وفروعها.

٢. أحياناً يلزم إزالة النباتات الخضرية التي قد تنافس الجيل الجديد.

٣. قـــد يـــتم حرث الأرض لخلط المادة العضوية بها مما يشجع الإنبات واستقرار البادرات الجديدة.

كيفية إجراء عملية القطع

تـــرتب عملية القطع بحيث تقطع المنطقة كلها على فترات متقاربة بقدر الإمكان كل ســـنة أو ســـنتين و بحيث يمكن للمناطق المقطوعة أن تمد من القطع المجاورة التي لم

تقطـــع بالـــبذور اللازمة لها. وهناك عدة تحويرات تتبع عند إجراء هذه الطريقة تختلف حسب النوع والمنطقة ويمكن تقسيمها أساساً إلى:

أ. طريقة القطع في شرائح متبادلة ب. طريقة القطع المتسلسل

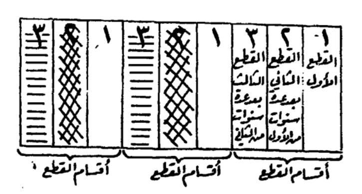
أ.طريقة القطع في شرائح متبادلة Clear cutting in alternate strips

في هذه الطريقة تقسم المنطقة إلى شرائح محددة وتقطع شريحة وتترك شريحة وهكذا وبعد مرور عدد بسيط من السنوات يتم فيها ضمان وجود الجيل الشجري الجديد في الأجزاء التي قطعت تقطع الشرائح الغير مقطوعة وفي هذه الحالة لابد أن يتم القطع في سنة بذرية جيدة لضمان وجود مصدر للبذور للمساحات المقطوعة من الأشجار. وعلى ذلك يتم قطع ٥٠% من المساحة الكلية في كل مرة وعادة تتراوح الفترة التي تمر بين عمليتي القطع من ١-٢٠ سنة. ويتوقف عرض الشرائح المقطوعة على العوامل البيئية والمناخية خاصة وقدرة البذور على الانتشار بواسطة الرياح و طول الأشجار أيضاً وفي معظم الحالات يكون عرض الشرائح ضعف طول الأشجار .

ب.طريقة القطع المتسلسل Clear cutting in progressive strips

فـــي هذه الطريقة تزال الأشجار في سلسلة من عمليات القطع وتكون أكثر من مـــرتين وعـــادة تقسم المساحة بحيث تقطع على ٣ مرات. فتقسم الغابة إلى قطع وتقسم كـــل قطعـــة إلى ثـــلاث شرائح بحيث يقطع في كل مرة ثلث القطعة (شريحة) ويكون مصـــدر الـــبذور للمناطق المقطوعة هو الأشجار المجاورة وبعد استقرار الجيل الجديد فـــي الشـــرائح الـــتي قطعـــت أولا تزال شريحة أخرى وبعد استقرار الجيل الجديد بها تنـــتظر حـــتى تأتي سنة بذرية جيدة وتزال الشريحة الثالثة والأخيرة ويجب أن تتم كل عمـــليات القطـــع خـــلال فترة زمنية تتراوح من ١٠-٢٠ سنة في الأنواع بطيئة النمو

ومـن ٢-٣ سـنوات فـي الأنواع سريعة النمو بحيث تؤدي في النهاية إلى الحصول علـى مجموعـة شـجرية متجانسـة العمـر وتفضل طريقة القطع المتسلسل في حالة المسـاحات الكـبيرة لضمان الحصول على نمو شجري متجانس ويوضح شكل ١ مثال لذلك.



شكل (١): طريقة القطع الكامل المتسلسل.

مميزات طريقة القطع الكامل

١- تعتبر أفضل طريقة يمكن تطبيقها في حالة الأشجار المعمرة والكبيرة السن أو التي بها أحجام شجرية كبيرة.

٢- تعتبر أفضل الطرق من الناحية الاقتصادية لأن عملية القطع تجرى مرة واحدة بكل شريحة مما يقلل من تكاليف القطع والنقل وبالتالي خفض تكاليف إنتاج الوحدة من الخشب.

٣- تـؤدي هذه الطريقة إلى تقليل الأضرار التي تحدث للأجيال الشجرية الصغيرة إذا قورنت بالطرق الأخرى.

٤- توفـر مـرقد للبذور معرض لأشعة الشمس وللظروف البيئية المناسبة للإنبات والتي تساعد في النهاية على استقرار الجيل الشجري الجديد.

٥.سهلة التطبيق ولا تحتاج لدراية فنيةعالية في تطبيقها.

عيوبــها

١ـتزيد من تعرض الموقع للتعرية بالرياح والانجراف المائي.

٢ـتــؤدي إزالــة الغطــاء الشجري كلية إلى تغير المناخ الدقيق للمنطقة. وزيادة الــرطوبة فــي المناطق الرطبة والجفاف في المناطق الجافة وهناك بعض الدول لا تسمح بإستخدام هذه الطريقة لهذه الأسباب.

٣ـتؤدي إلى ظهور حشائش عديدة ونباتات غريبة تهاجم المنطقة بعد القطع .

٤ـيــؤدي إلى تعــريض الجيــل الشجري الجديد للجفاف بواسطة الشمس والهواء والــتعرض للصــقيع وغيره من العوامل الجوية التي تؤثر على البادرات والأشجار الصغيرة.

٥ـأحياناً تحدث إصابات حشرية في الأجيال الصغيرة.

٦ـغيــر مرغوب فيها من الناحية التجميلية خصوصاً في المناطق التي تعتمد على السياحة.

٧ـلا يجــب تطــبيقها إلا فــي الحــالات التي يمكن فيها استيعاب جميع الأشجار المقطوعة وتسويقها مباشرة.

٨.يــؤدى تطبيق هذه الطريقة لعدة مرات متتالية إلى خفض القدرة الإنتاجية للموقع وخصوبة الأرض وقد تنعدم تقريباً فى الغابات النقية.

٩ـلا تتاســب هــذه الطــريقة سوى الأنواع ذات البذور الخفيفة والمجنحة والتى تكون سهلة الحمل بالرياح.

٢.طريقة الشجرة البذرية Seed tree method

فــي هــذه الطــريقة تقطــع المســاحة كلها مع ترك بعض الأشجار يطلق عليها الأشــجار الــبذرية أو الأشــجار الأم تكون مصدر لإنتاج بذور الجيل الشجرى الجديد.

هــذه الأشــجار الــبذرية أمــا أن تترك في حالة فردية أو تترك في صورة مجموعات وعــادة تــترك نســبة مــئوية مــن الحجم الكلي لا تزيد عن ١٠% من مجموع حجم الأشجار القائمة أصلاً.

وبعــد الــتأكد مــن نمو واستقرار الجيل الشجري الجديد تزال هذه الأشجار في معظم الأحيــان خلال عملية قطع لاحقة أو قد تترك بدون قطع وفي هذه الحالة تعتبر خسارة لأنهــا نــادراً ما تتحمل البقاء حتى تقطع في نهاية الدورة التي يزال فيها الجيل الجديد. ويجــب عــند تطــبيق هــذه الطــريقة أن تكون جميع الأشجار قد وصلت إلى الحجم الــتجاري وتــتكون نــتيجة لعمــلية القطع مجموعة شجرية جديدة متساوية في العمر وتكــون المجموعــة الشجرية الموجودة بعد عملية القطع ذات مستويين تاجيين أحدهما عــلوي ويمــثل الأشجار البذرية (الأم) والآخر سفلي يمثل الأشجار التي ستكون الجيل الجديد.

وفــي بعــض الأحيــان تكفي سنة بذرية جيدة لكي تغطي الأشجار الأم المنطقة تغطية جيــدة بالــبذور وفــي أحيان أخرى تستمر هذه العملية عدة سنوات حتى يستقر الجيل الشــجري الجديــد. والأشــجار الأم الــتي تــترك لتعطي البذور يجب أن يتوفر بها الصفات الآتية:

١- أن تكــون ذات سيقان مقاومة للرياح حتى لا تقتلع أو تتأثر بفعل الرياح بعد إزالة المحصــول ولذلك في حالة الأنواع ذات الجذور السطحية وكذلك في الأراضي الرطبة الخفيفة القوام لا ينصح بأتباع هذه الطريقة.

٢- أن تكون ذات تيجان مفتوحة.

٣- يجــب الأخــذ في الاعتبار طول الشجرة لعلاقته بالمسافة التي تنتشر فيها البذور. ومــن جهــة أخــرى يجب مراعاة أن الأشجار كلما ذاد طولها كلما كان هناك احتمال أكبر لتعرضها للاقتلاع أكثر من الأشجار القصيرة.

٤- يجــب أن تكون الأشجار البذرية بالغة ومنتجة للبذور وقد تجرى بها عمليات تقليم لتشــجيعها عــلى إنــتاج كميــات كبيرة من البذور وتكون البذور كبيرة الحجم وممتلئة ناضجة.

٥- يجـب أن تكــون مــن الأشــجار الســائدة أو تحت السائدة وليست من الأشجار المتوســطة أو المطموســة ويجــب أن تكون غير مصابة بأي آفات فطرية أو حشرية وفي حالة صحية جيدة.

ويحــدد عدد الأشجار الأم الواجب تركها لكي تكفي لإنتاج البذور اللازمة بناء على عدة اعتبارات منها:

١ـ كميــة الــبذور الــناتجة من الشجرة حتى يمكن تقدير إذا ما كانت الكميات الناتجة كافية أم لا.

٢ـ حجم التاج نظراً للعلاقة بين حجم الشجرة وكمية البذور.

٣ـ النســبة المــئوية لإنــبات الــبذور ونســبة مــا ينجح منها في النمو حتى مرحلة الأستقرار (٦ – ١٢ سنة).

٤ـ ارتفاع الأشجار لأن له علاقة بالمسافة التي تنثرها البذور.

وهــذه الطــريقة تطــبق فــي حالة الأنواع التي تنتج بذور خفيفة يسهل حملها بواسطة الــرياح لمســافات كــبيرة والأنواع التي تنتثر بذورها بسهولة وتوزع الأشجار الأم فيها بحيــث يعمل حساب أن الشجرة الواحدة تغذي مسافة طولها مساوي لطول الشجرة تقريباً عــلى أقل تقدير وفي بعض الأحيان قد تغذي الشجرة الواحدة مساحة كاملة يتجاوز طول مسافتها ٢–٥ مرات قدر طول الشجرة وتتوقف هذه المسافة على:

١ـدرجة انتثار البذور　　　٢ـقدرة الرياح على حملها　　　٣ـكمية البذور

وفــي كــثير من الأحيان تكفي شجرة واحدة لتغذية فدان كامل إلا إن هذه الأشجار تكون عــادة مــن الأشــجار الكــبيرة جداً والتي تتميز بسيادتها وسهولة انتثار بذورها. أما إذا كــانت الأشــجار صــغيرة فيحتاج الفدان أحياناً إلى عشرة أشجار لتغذيته بالبذور تغذية

كامـــلة. وإذا تـــرك عدد كبير من الأشجار أكثر من اللازم نجد أن تيجانها تشغل وتغطي مســاحة مــلحوظة مـــن الموقع وتتشابه في هذه الحالة أو تقترب في صفاتها من طريقة الغابة الواقية.

وعند تطبيق هذه الطريقة يجب مراعاة الآتي:

١- دراســة عدد البادرات التي يجب أن تتوفر في وحدة المساحة ولتكن فدان مثلا عند عمــر معيــن مــن الجيل الشجري الجديد لتقدير كمية البذور اللازمة للحصول على هذا العــدد بعــد وضــع فـــي الاعتــبار العمليات المختلفة التي تفقد فيها البذور أو البادرات الصغيرة خلال عمليات الإنبات والاستقرار.

٢- عــند اخــتيار الأشجار البذرية يجب مراعاة أن تكون من الأشجار الأقل حجماً في التاج لكي لا تتعرض لكمية كبيرة من الرياح وأن تكون ذات إنتاج بذري كبير.

وقــد أجريت عدة دراسات على العلاقة بين حجم الشجرة معبراً عنه بالقطر عند ارتفاع الصــدر(D.B.H) وبين كمية البذور التي تنتجها الشجرة الواحدة، ووجد في بعض أنواع الصــنوبر مثلاً أن أحسن محصول بذري أمكن الحصول عليه من أشجار يتراوح قطرها عــند ارتفــاع الصدر من ١٣-١٦ بوصة ويبلغ حجم تاجها من ٣٠٠-٦٠٠ قدم٣ ووجد أيضاً أن هذا الحجم يتناسب مع نفس القطر.

٣- إذا كانت الأشجار ثنائية الجنس أي أن هناك أشجار مذكرة وأخرى مؤنثة فإنه يجب عند ترك الأشجار البذرية حساب عدد الأشجار المذكرة فوق هذا العدد لضمان حدوث التلقيح.

وفى حالة الأراضى الغير مستوية تترك الأشجار البذرية فى المناطق العالية حتى يمكن التحم فى المنطقة. وعند تطبيق هذه الطريقة نجد أن هناك شكلين لتطبيقها:

أ- طريقة الأشجار البذرية في مجموعات Group seed-tree method

فـي هـذه الطـريقة تترك الأشجار البذرية في مجموعات والهدف منها أن تحمي الأشـجار بعضـها البعض ضد الرياح والعوامل الجوية الغير مناسبة وفي هذه الحالة يجـب أن يكـون طول الأشجار مساوي لمتوسط عرض المنطقة التي ستقوم بإمدادها بالـبذور وعـادة لا تسـتخدم هذه الطريقة إلا في حالة خاصة وهي التي يخشى فيها على الأشجار الأم لو تركت بحالة فردية.

ب- طريقة الشجرة البذرية الفردية Reserve seed -tree method

وفـي هـذه الطـريقة تنتخب الأشجار البذرية على أساس فردي بناء على اعتبارين هما:

١- مد الأرض بالبذور من الأشجار المتروكة.

٢- حجـز جـزء مـن الأشجار لكي تعطي نمو خشبي سريع خلال دورة القطع الجديدة نظراً لعدم وجود تنافس بينها وبين الأشجار من حولها.

وعـلى ذلـك تخـتار الأشـجار الـبذرية عـلى أساس قدرتها على النمو بسرعة مع المحافظـة عـلى نفسـها. وفي نهاية دورة القطع التالية يقطع المحصول الجديد ومعه الأشـجار الـبذرية الـتي تركت. وهذه الطريقة لا يمكن تطبيقها إلا إذا كانت الأشجار الأم متوسـطة العمـر ومـا زال بها طاقة نمو تمكنها من الاستقرار والاستمرار حتى نهايـة دورة القطـع التالية بدون حدوث تدهور لها. ويجب أن يترك عدد من الأشجار الأم يتراوح بين ٢٠-٣٠ شجرة بالفدان.

مميزات طريقة الشجرة البذرية:

١- تكون عمليات القطع مركزة وبالتالي تقل مصاريف القطع بدرجة كبيرة.

٢- تساعد هذه الطريقة على حدوث التعاقب الطبيعي أكثر من طريقة القطع الكامل وذلك لتوافر البذور من الأشجار البذرية بصورة أفضل.

٣- تعتبر من أحسن الطرق للأنواع التي يلزم لإنباتها أن تكون المنطقة معرضة للهواء ولأشعة الشمس.

٤- تعطي فرصة أكبر للتحكم في النوع المرغوب استقراره كجيل جديد.

٥- هناك ضمان أكثر لاستقرار وتكوين الجيل الجديد عند حدوث أي ضرر للبادرات في السنوات الأولى لوجود مصدر البذور فى نفس المنطقة بالإضافة إلى الحماية التى توفرها الأشجار الأم للجيل الجديد.

٦- لا تحتاج إلى دراية فنية عالية في تطبيقها وتشبه طريقة القطع الكامل في سهولتها.

عيوبها:

١- لا تصلح للأنواع ذات الجذور السطحية وقد تعرض الموقع للتدهور.

٢- تطبق فقط في حالة الأشجار التي يسمح عمرها بإنتاج البذور ولهذا لا تصلح للأشجار المتقدمة في العمر.

٣- تطبق فقط في حالة الأنواع التي تنتج بذور سهلة الحمل بالرياح والتي لها القدرة على الإنبات في الأماكن المقطوعة بدون حماية أو وقاية.

٤- لا تعتبر طريقة جيدة من الناحية التجميلية ولو أنها أفضل من طريقة القطع الكامل.

طريقة الغابة الواقية Shelter wood method

تتلخص هذه الطريقة في إزالة الأشجار في سلسلة من عمليات القطع الجزئية التي تتشابه مع عمليات الخف والتي يمكن فيها إزالة الأشجار خلال فترة من السنين

تمــثل جــزء بسيط من دورة القطع ويتم التعاقب الطبيعي تحت حماية الأشجار القائمة وبعــد اســتقرار الجيل الجديد يتحرر من تأثير الظل ومنافسة الأشجار القائمة بواسطة عمــليات قطــع تاليــة وتطبق هذه الطريقة في أحسن صورها في المجاميع المتساوية العمــر ولــو أنــه أحياناً يمكن تطبيقها في حالة المجاميع التي بها أعمار غير متساوية ولكــن غالــبية أشــجارها قــد وصلت للحجم الاقتصادي الذي يصلح للقطع. ونجد أن الجيــل الجديــد يعتــبر متساوي العمر إلا أنه في الغابات التي بها أشجار ذات أعمار طويــلة قــد تستمر عملية القطع عدة أعوام تختلف من ٤٠-٦٠ سنة وفي هذه الحالة يكــون هــناك فروق كبيرة بين أعمار الأشجار بحيث تكون أعمار الأشجار مرتبة في فــترات ســنية إذا قورنت بالطرق السابقة. وفي الحالة الأخيرة فإن تطبيق هذه الطريقة يــؤدي إلى إنــتاج مجموعة شجرية بها اختلاف ملحوظ في الأعمار وعادة لا تقل فترة الــتعاقب فــي هــذه الطريقة عن ١٠ سنوات ورغم ذلك فإن الجيل الجديد يعامل على أساس أنه متساوي العمر.

تفاصيل طريقة الغابة الواقيــة

فــي هــذه الطــريقة يحــدث التكاثر الطبيعي في وجود الأشجار الكبيرة التي توفر الــبذور اللازمــة للحصــول على الجيل الجديد بالإضافة إلى توفير البيئة المناسبة له وعــلى ذلــك فهناك تنافس بين الأشجار القائمة والأشجار الحديثة وإذا تركت الأشجار القائمــة مــدة أطــول من اللازم فإنها بدلاً من أن توفر الوقاية للأشجار الصغيرة فإنها تتــنافس معهــا وعــلى ذلك فمن الضروري إزالة الأشجار الكبيرة لكي تعطي فرصة للأشــجار الصــغيرة أن تحتل الموقع وتستقر ويلزم إجراء هذه العمليات جميعها خلال فــترة زمــنية قصيرة نسبياً ويلزم لهذه الطريقة في أبسط صورها عمليتي قطع إلا إن التطــبيق الدقيــق لها يستلزم إجراء أكثر من عمليتي قطع خلال الفترة التي تجرى فيها

العمليات الوقائية المختلفة وعلى ذلك تجرى عدة عمليات قطع تدريجية لكي يتحرر جزء من الجيل الشجري كلما أحتاج الأمر لذلك.

وتنقسم عمليات القطع إلى الآتي:

١-عمليات قطع أولية تجهيزية Preparatory Cutting : والهدف منها هو تجهيز الموقع لعملية الإكثار.

٢-عملية قطع بذرية Seed Cutting : وهي تجرى مرة واحدة والهدف منها توفير البذور لإنتاج وإستقرار الأجيال الشجرية الجديدة.

٣- عمليات القطع النهائية Removal Cutting : والهدف منها تحرير الجيل الجديد من التنافس.

عمليات القطع الأولية

لكي تبدأ الأشجار الحديثة في النمو تحت حماية الجيل الشجري الموجود يجب توفير مصدر للبذور وأن تكون الظروف البيئة مناسبة للإنبات والاستقرار.

ويجرى هذا النوع من القطع عندما تكون الأشجار متزاحمة والهدف منه تشجيع اتساع التيجان حتى يمكن زيادة إنتاج البذور ونضجها وسهولة سقوطها على الأرض وعلى ذلك تهيئ عملية القطع الأولية إمداد الموقع بالبذور التي ستسقط. كما أن وجود الفتحات بالتاج سوف يؤدي إلى تحلل المواد الدبالية أو وصول الضوء والحزارة لأرض المنطقة مما يساعد على الإنبات. هذه العملية قد تأخذ في إجرائها من٢-١٠ سنوات حسب طبيعة نمو المجموعة كما إنها يمكن أن تحدث في عملية قطع واحدة أو عدة عمليات متتالية وتقطع في هذه العمليات الأشجار المطموسة وجزء من الأشجار المتوسطة.

٢-عملية القطع البذرية:

وتهـدف إلى اسـتقرار الجيـل الجديـد وتجرى مرة واحدة فقط فبعد تواجد البيئة المناسـبة نتيجة عمليات القطع الأولية ننتظر حتى تأتي سنة بذرية جيدة وتجرى عملية القطـع بعـد نضـج الـبذور ونتيجة لسقوط الأشجار وتقطيعها وإزالة الفروع نجد أن الـبذور تختـلط بالأرض وتبدأ في الإنبات وتزال في هذه العملية الأشجار المتوسطة وتحت السائدة. والعوامل التي تحدد الأشجار التي ستزال هي:

١ـ المسـافة الـتي يجب أن تترك بين الأشجار لضمان الحصول على الكمية المناسبة من البذور من الأشجار الباقية.

٢ـ كميـة الظل المناسبة التي يجب أن توفرها الأشجار المتروكة كي تساعد على إنبات الـبذور وحمايـة البادرات الحديثة من الجفاف والصقيع ونجد أن التنافس بين النموات الحديـثة والأشـجار الموجودة تحدد الأشجار التي ستزال في عملية القطع البذرية وعادة يـتم إزالـة مـن ٢٥ -٧٥ % مـن الحجـم الكلي الذي كان موجوداً ويجب إجراء هذه العملية قبل عمليات القطع النهائية بحوالي ٣-١٠ سنوات على الأقل.

٣-عملية القطع النهائية:

وفيهـا تـزال كـل الأشجار الكبيرة السائدة والباقية في المنطقة لكي تحتل الأشجار الصـغيرة الموقـع وقد تقتصر على عملية قطع واحدة أو قد تتم في عدة عمليات. وفي الحالـة الأخيـرة نجـد أن الفترة بين كل عمليتي قطع تحددها الدرجة التي يحتاج فيها الجيـل الجديد إلى الوقاية أو إلى التخلص من الظل ومنافسة الأشجار القائمة وعادة تتم عمـليات القطـع الـنهائية في فترة من ٢-٥ سنوات وقد تستمر حتى ٢٠ سنة حسب طـبيعة وسـرعة نمو الأشجار. ونجد إن هناك جزء من الجيل الشجري الجديد يحدث بـه تـلف نـتيجة الضرر الميكانيكي الناتج من عمليات القطع النهائية. ويوضح الشكل التالي العمليات السابقة.

وهناك تحويرات عديدة لتطبيق هذه الطريقة ونادراً ما تطبق بالتسلسل الذي ذكر ويمكن تقسيم هذه الطرق المحورة إلى الطرق الآتية:

١-الطريقة المتجانسة Uniform method وهي تطبق بانتظام على كل مساحة.

٢- طريقة الغابة الواقية في شرائط Strip shelter wood method

٣- طريقة الغابة الواقية في مجموعات Group shelter wood method

١- الطريقة المتجانسة Uniform method : هذه الطريقة تطبق على المساحة كلها بالنظام السابق.

٢- طريقة الغابة الواقية في شرائط Strip shelter wood method : في هذا التعديل تقسم الغابة إلى شرائط ويبدأ القطع من جانب واحد من المجموعة ويتم التقدم تدريجياً عبر المنطقة ونبدأ في القطع التمهيدى في المنطقة الأولى ثم عملية القطع البذري في القطعة الأولى بينما تجرى عملية القطع التمهيدي في القطعة المجاورة وبعد عدد قليل من السنوات تجرى عملية القطع النهائي في القطعة الأولى والبذرى في الثانية بينما تجرى عملية القطع التمهيدى في القطعة الثالثة وهكذا ويستمر تقدم عمليات القطع حتى تغطى المنطقة بأكملها. ونجد أنه لا يجب الا يتعدى عرض أي قطعة عن ضعف طول الأشجار القائمة وإلا فإن الطريقة الوقائية تفقد صفاتها.

مميزاتها:

١-توفر حماية أفضل من فعل الرياح لأن الأشجار القائمة في القطع المجاورة التي لم تقطع تعتبر كمصد رياح للمناطق التي أجريت لها عمليات القطع.

٢- توفر الأشجار القائمة مصدر للبذور أفضل من الطرق السابقة.

٣-توفر بيئة مناسبة للأشجار المحتملة وغير المحتملة.

٤- يمكن تحت هذا النظام تنمية مجموعة شجرية مختلطة.

٥ـ يمكن سحب الأشجار المقطوعة عن طريق الأماكن التي لم تقطع بعد.

٣-طريقة الغابة الواقيــة في مجموعات

تطــبق هــذه الطــريقة على مجموعات الأشجار ذات العمر الواحد التي حدث بها اضــطراب طــبيعي وفي هذه الطريقة تتم عمليات القطع على مراحل متتالية تشمل كل مجموعات الغابة تبعاً لاحتياجات كل مجموعة .

مميزات طريقة الغابة الواقيــة:

١ـ تصــلح هــذه الطــريقة للأنواع ذات البذور الثقيلة الوزن التي تتوزع بفعل الجاذبية الأرضــية أكــثر مــنها بأي طريقة أخرى. كما تصلح أيضاً للبذور الخفيفة وهي تمتاز في ذلك عن طريقة القطع الكامل والشجرة البذرية.

٢ـ التعاقب يكون أكثر ضماناً من الطرق السابقة لتوفر البذور.

٣ـ تعتبر أحسن طريقة لحماية الأشجار الصغيرة ولا يفضلها إلا طريقة الانتخاب.

٤ـ تعتــبر الطــريقة الوحيــدة الــتي يتكون فيها جيل شجري متساوي العمر مع حماية أشجار الجيل الجديد.

٥ـ تعتــبر أحســن الطــرق لإنتاج أخشاب جيدة وتعطي أخشاب أفضل من الطريقتين السابقتين.

٦ـ تعتبر مقبولة لحد ما من الناحية الجمالية.

عيوب الطريقة:

١ـ لا يمكن تطبيقها على الأنواع التي تتعرض أشجارها للاقتلاع بفعل الرياح.

٢ـ يتطــلب تطــبيق هــذه الطريقة شروط اقتصادية لأن عمليات القطع تكون مكلفة وعلى ذلك يجب توفر الآتي:

أ-وجود أسواق تستوعب الأخشاب الصغيرة.

ب-تنظيم عمليات القطع بطريقة تسمح بإجراء القطع عدة مرات في نفس المكان على فترات قريبة حتى يتم نجاح واستقرار الأشجار الصغيرة.

٣-تحتاج لدراية فنية كبيرة وحصر لأحجام وأنواع وأعمار الأشجار القائمة في المنطقة.

٤-تؤدي إلى كسر أو إصابة البادرات الصغيرة بأضرار أثناء عملية القطع خصوصاً عند إزالة الأشجار الكبيرة حيث تكون البادرات قد وصلت لحجم مناسب يصعب تعويضه.

طريقة الاختيار أو الانتخاب: Selection method

تطبق هذه الطريقة على المجاميع الشجرية غير متساوية العمر وعلى ذلك يكون هناك اختلافات كبيرة في أحجام الأشجار النامية نتيجة الاختلاف في أقطارها وأطوالها. وفي هذه الطريقة تقطع أكبر الأشجار حجماً والمسنة وبعد فترة معينة قد تكون سنة أو أكثر تجرى عملية قطع أخرى مماثلة للأولى وتكرر هذه العملية بصفة دائمة ونجد إنه نتيجة للقطع المتتالي تحدث فتحات في تيجان الأشجار تنتثر منها البذور وتكون أجيال جديدة محل الأشجار المقطوعة أي أن التعاقب الطبيعي يبدأ في مكان القطع نفسه. وتمد المناطق الغير مقطوعة المناطق المقطوعة بالبذور وكذلك توفر لها الحماية اللازمة خلال فترة استقرارها. ونجد أن شكل الأشجار الناتجة سوف يكون غير متجانس لاختلاف سن الأشجار. ونجد أن كل مجموعة من الأشجار الناتجة من عملية قطع واحدة تكون ذات عمر متساوي.

تفاصيل الطريقة:

فـــي هذه الطريقة تقطع الأشجار الأكبر عمراً مرة كل سنة وفي السنة التالية تقطع الـــتى تـــليها فـــي العمـــر وهكـــذا. وفي الوقت نفسه تنمو بادرات صغيرة تحل محل الأشـــجار المقطوعة. وبهذه الطريقة يحل جيل جديد محل القديم ويمكن أن نحصل على محصـــول مســـتمر مـــن المجموعة الشجرية. ولتحديد الكمية المثلى من الأشجار التى ســـوف تقطع تقدر الطاقة الإنتاجية للموقع بحساب الزيادات القطرية والطولية كل سنة ومـــنها يمكـــن حساب الزيادة في الحجم لكل المجموعات السنية الموجودة سنوياً ويزال ما يعادل هذا القدر سنوياً وتوجد عدة تحويرات لهذه الطريقة منها:

١ـ الانتخاب للمجموعات Group Selection

هـــذه الطريقة تعتبر أحسن الطرق لعدم تعرض النباتات الصغيرة للضرر الميكانيكي وفـــي هذه الطريقة تقطع مجموعة كاملة ويجب أن تكون مساحتها صغيرة بقدر الإمكان. ونجـــد أن المجموعـــة الـــناتجة ستكون مجموعة متساوية العمر وهذه الطريقة أفضل من الانـــتخاب الفـــردي وتـــؤدي إلى وجود أشكال وأحجام أفضل للأشجار ويفضل أن يكون القطـــع في مجموعات صغيرة نسبيا حتى تتوزع البذور على جميع المساحات المقطوعة وهي تنمو في حماية الأشجار الكبيرة.

مـــثال: مجموعـــة عمـــرها ١٠٠ ســـنة عند القطع وتقطع كل ٥ سنوات ويزال في كل عمـــلية قطـــع ٥% من عدد الأشجار مثل هذه الطريقة سوف تؤدى إلى وجود مجموعات سنية صغيرة متساوية العمر داخل مجموعة سنية مختلطة على مستوى الغابة.

٢ـ الانتخاب في شرائط Strip Selection

نجـــد أن القطع في هذه الحالة يحدث في شرائط متباعدة بحيث يكون على جانب كل شريط مجموعة من الأشجار الكبيرة والجانب الآخر مجموعة من الأشجار الصغيرة.

مميزات طريقة الانتخاب :

١ـتوفر أعلى درجة من الحماية للمكان والجيل الشجري الجديد.

٢ـتعـد أفضـل من الطرق السابقة في الحالات التي توجد فيها أسواق للأشجار الكبيرة فقط.

٣ـأفضل طريقة من الناحية الجمالية لوجود أشجار مختلفة العمر.

٤ـينعدم في هذه الطريقة الفعل الضار للرياح.

٥ـالتعاقب يكون مضمون لتوفر عدد كبير من الأشجار البذرية ولعملية الوقاية.

٦ـتوفر بيئة صالحة للحيوانات البرية.

٧ـيمكـن تطـبيق الأساس العلمي لهذه الطريقة في زراعة الأشجار على جوانب الطرق لعمـل مجموعات سنية متقاربة في العمر والفروق بينها قليلة وتقطع على فترات صغيرة

عيوبها:

١ـحدوث ضرر ميكانيكي للبادرات أثناء قطع ونقل الأشجار.

٢ـالأخشـاب الـناتجة مـن هـذه الطريقة أقل جودة نتيجة أنها نموها في مجموعة غير متجانسـة العمـر ممـا يسمح بوجود فروع قوية وتكوين عقد كبيرة بالخشب الناتج مما يقلل من جودته.

٣ـتحتاج إلى دراية فنية عالية أكثر من الطرق السابقة جميعاً.

٤ـغيـر مـرغوبة من الناحية الوراثية حيث أن أفضل الأشجار هى التى تقطع بدلاً من أو تكون مصدراً للبذور.

المراجع

Matthews, D. T (1991) . Silvicultural Systems. Oxford University press .

Smith D. M (1962) . The Practice of Silviculture 7th Ed. John Wiley & Sons N.Y.

الباب الثالث

العمليات الأساسية التى تجرى على

مجموعات الأشجار الخشبية أثناء فترة نموها

الباب الثالث

العمليات الأساسية التى تجرى على مجموعات الأشجار الخشبية أثناء فترة نموها

تشمل العمليات التى تجرى على المجموعة الشجرية منذ بداية نمو البادرات حتى تصبح الأشجار صالحة للقطع تشمل عديد العمليات أهمها عملية الخف وأحياناً التقليم.

أولاً: عملية الخف Thinning:

عدد الأشجار النامى منسوباً إلى مساحة معينة يسمى الكثافة الشجرية، وفى حالة الغابات الطبيعية الغير مدارة فنياً فإن الكثافة الشجرية في البداية تكون كبيرة جداً ثم يحدث خف طبيعي بموت عدد كبير منها أغلبها من الأشجار المطموسة ذات الارتفاعات الصغيرة والتى لا يصل إليها الضوء. أما في حالة الغابات الطبيعية المدارة فنياً يقوم مربى الأشجار بقطع وإزالة بعض لأشجار لتقليل الكثافة الشجرية. وفى حالة الغابات الصناعية فيتم أولاً زراعة عدد كبير من الأشجار في المساحة بغرض تشجيع النمو الطولى ثم يلجأ مربى الأشجار بعد ذلك إلى إجراء عملية الخف.

وعلى ذلك فإن عمليات الخف تهدف إلى تقليل الكثافة الشجرية مع تنظيم توزيع الأشجار بالغابة فيتم توزيع الطاقة الإنتاجية للتربة على عدد أقل من الأشجار ويؤدى هذا إلى تحسين نمو الأشجار القائمة المتروكة لتعطى أحجاماً كبيرة في وقت أقصر ويمكن استغلالها في الصناعات المختلفة وتوجد أربع طرق رئيسية للخف تعتمد الثلاثة الأولى فيها على الموقع النسبي لتيجان الأشجار التي ستخف بينما في الطريقة الرابعة تعتبر المسافة بين الأشجار هي الأساس في عملية الخف .

التطور الطبيعى للمجموعة الشجرية

الأسس المتبعة فى الخف نجدها فى عملية التطور الطبيعى للمجموعة الشجرية فالمجموعة الشجرية تبدأ بعدد كبير من البادرات قد يصل لعدة آلاف فى الهكتار أو

الفدان و مع التقدم فى العمر ينخفض عددها حتى تصل إلى عدة مئات ويعتمد التطور الطبيعى للمجموعة الشجرية على أن الأفراد الأكثر قدرة على المنافسة سواء على الضوء أو الرطوبة أو العناصر الغذائية هى التى تستمر فى أداء وظائفها الحيوية وتقوى فى النمو على سائر الأشجار الأخرى الموجودة معها وهذا لا يعنى أن هذه الاشجار هى المطلوبة بالنسبة لمربى الاشجار الخشبية فقد تكون غير مرغوبة. وخلال عمليات المنافسة يحدث خف للأشجار الضعيفة وتقوى الأشجار القوية وهذه العملية تسمى عملية التكشف التاجى وينشأ عنها وجود أقسام تاجية مختلفة فى المجموعة الشجرية يمكن وضعها فى اربع أقسام رئيسية كما هو فى الشكل رقم ١.

١-الأشجار السائدة "D" Dominant

هى الأشجار التى تنمو تيجانها فوق مستوى بقية الأشجار وهى التى تستقبل الضوء بكمية كبيرة من أعلى وجزئيا" من الجوانب وتيجانها جيدة وأحيانا" تكون كثيفة ومتزاحمة خاصة من الجوانب.

٢- الأشجار تحت السائدة "CD" Codominant

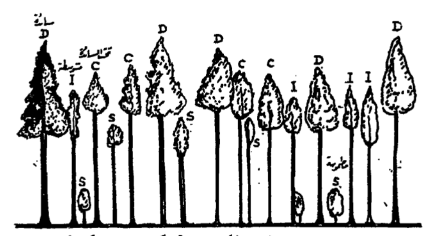
مستوى التيجان فى هذه المجموعة يمثل المستوى العام للمجموعة الشجرية وتستقبل إضاءة كاملة من أعلى وقليلة من الجوانب وحجم التاج يكون أقرب ما يمكن لمتوسط حجم تيجان المجموعة الشجرية.

٣- الأشجار المتوسطة "I" Intermediate

وهى أقل ارتفاعا" من الأشجار تحت السائد و تاجها أصغر نسبيا ويستقبل كمية من الضوء المباشر من أعلى ولاتستقبل ضوء مباشر من الجوانب .

٤-الأشجار المطموسة" S " Supressed

وهى ذات تيجان تحت مستوى تيجان المجموعات السابقة ولا تستقبل أى ضوء مباشر من أعلى أو من الجوانب.



شكل (١) : الأقسام التاجية لمجموعة شجرية متساوية في العمر ناضجة
أشجار سائدة (D)، تحت سائدة (C)، متوسطة (I) ومطموسة (S)

طرق الخف

توجد أربع طرق رئيسية للخف هي:

١- الخف المنخفض Low thinning   ٢- الخف التاجي Crown thinning

٣- الخف الاختياري Selection thinning   ٤- الخف الميكانيكي Mechanical thinning

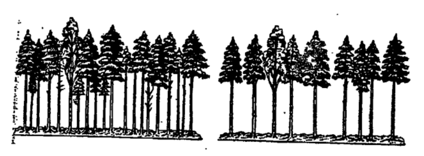
ويضاف إلى هذه الطريقة طريقة خامسة وهي الخف الحر Free thinning وهي خليط من الطرق السابقة وتطبق في حالة المجموعات الغير منتظمة بدرجة كافية والتي يلزم فيها استخدام طريقتين أو أكثر من الطرق السابقة.

وفيما يلي شرح لهذه الطرق المختلفة.

١- الخف المنخفض Low thinning

هـذه الطـريقة تعتبر أقدم طرق الخف ويمكن تسميتها أيضاً بالخف من أ سفل أو الخـف العادي أو الطريقة الألمانية للخف في هذه الطريقة تزال الأشجار التي تنتمي إلى الأقسـام التاجية المنخفضة فتزال الأشجار المطموسة فقط في أقل درجات هذا النوع من الخـف. أما في الدرجات المتوسطة فتزال بعض أو كل الأشجار المتوسطة مع الأشجار المطموسـة. وفـي أشـد حالات هذا النوع من الخف تترك فقط الأشجار السائدة وبعض الأشـجار تحـت السائدة القوية وهناك درجات لهذا النوع من الخف كذلك هناك اتجاهين لكل درجة من هذه الدرجات أحدها يعتبر عادى والآخر شديد أو متطرف.

يشـمل الخـف مـن أسفل الأشجار الغير مرغوب فيها التي كانت ستفقد مستقبلا نتيجة للتنافس كما فى شكل رقم ٢.



شكل ٢ : على اليسار المجموعة الشجرية قبل إجراء الخف ، وعلى اليمين المجموعة الشجرية بعد إجراء الخف السفلى عليها .

الـزيادة فـي نمـو الأشجار الأخرى فتتوقف على وجود فتحات في سطح التاج نتيجة قطـع بعـض الأشجار تحت السائدة. ويؤدي الخف إلى إزالة حجم شجري بسيط نتيجة صـغر حجـم الأشـجار المـزالة ونـتيجة لهذه الأسباب فإن الخف من أسفل الأقل من المتوسـط يكـون غيـر مرغوب فيه والخف من أسفل يحدث فراغات في الطبقة السفلى

مــن المجموعــة الشجرية عن الطرق الأخرى ويحدث عدم اتزان في هذه المنطقة ويبدأ بوجــود تكويــنات خضــرية جديدة في منطقة تحت التيجان understory وعلي سبيل المــثال عــندما طــبقت هــذه الطريقة علي نوع الصنوبر الأبيض الغربي Western white pine نمــت شــجيرات ribes بصفة مستديمة وتنافست مع المحصول الأصلي والــنموات الجديــدة قــد تكون مرغوبة أو غير مرغوبة حسب قوة نمو الأنواع الأصلية النامية.

عيوب طريقة الخف المنخفض أو الخف من أسفل

١- تزال الأشجار الصغيرة مما يجعلها ذات قيمة منخفضة وصعبة التسويق التجاري .

٢- قد تؤدى لظهور نموات جديدة ممكن أن تتنافس مع الأشجار الموجودة.

مميزاتها

١- سهولة إجراؤها

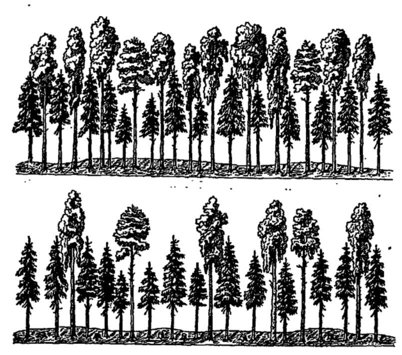
٢- من الممكن تصحيح الأخطاء التي تحدث بها لأن الأشجار الصغيرة هي التي تزال.

٢- الخف التاجي Crown thinning

ويســمي أيضاً الخف من أعلي أو الخف العلوي أو الطريقة الفرنسية وهذه الطريقة عكــس الطــريقة السابقة حيث تزال الأشجار من أقسام التيجان المتوسطة والعلوية لعمل فــتحات فــي التاج وتشجيع نمو الأشجار الباقية من نفس الأقسام التاجية ومعظم الأشجار الــتي تــزال هــي الأشــجار تحت السائدة وأي أشجار متوسطة أو سائدة قد تؤثر علي المحصول الناتج.

وعــلي هــذا فــإن طريقة الخف التاجي تختلف عن الخف المنخفض في أن الخف يكون لعــدد أقــل مــن الأشجار الأكبر حجماً وإن الخف يحدث في الجزء العلوي من التاج أي

فـــي الأشجار السائدة وتحت السائدة وبعض المتوسطة كما أن معظم الأشجار التي تتبقى بعد الخف هي الأشجار المتوسطة كما فى شكل رقم ٣ .



شكل ٣ : أعلى ، المجموعة الشجرية قبل إجراء الخف وأسفل ، المجموعة الشجرية بعد إجراء الخف العلوي عليها .

وعــلي ذلــك تعطي هذه الطريقة فرصة أكبر للأشجار المتبقية أن تنمو لأحجام كبيرة أو أن تصــل إلى أحجــام معينة في وقت أقصر. في هذا النوع من الخف تنقسم المجموعة المتبقية بعد الخف إلى طبقتين من الأشجار:

الأولــي تــتكون مــن الأشجار الجيدة السائدة وتحت السائدة والتي تزال بعد ذلك في خفات تالية أو في عملية القطع النهائي .

الــثانية تــتكون مــن الطبقة السفلي وهذه تستفيد من الخف والتي يمكن أن تزال فيما بعد إذا نمــت وتداخلت مع أشجار المجموعة الأولي وهي تتكون من الأشجار المتوسطة والجزء السليم من الأشجار المطموسة.

وعــلي ذلك فإنه بعد سلسلة من عمليات الخف تتكون المجموعة من طبقتين تاجيتين ذات أعمار متجانسة.

وهــذا الــنوع مــن الخــف يــتلاءم أكــثر ويمكن تكراره مع المجموعات المختلطة أو المجموعــات الــنقية التي بها أنواع محتملة للظل حيث يمكن للأشجار تكوين طبقة تحت تاجيــة كمــا يمكن تطبيقه على المجموعات المكونة من أنواع غير محتملة للظل على أن يتبع ذلك خف من أسفل إذا كان يمكن استخدام الأشجار تحت التاجية.

مميزات وعيوب الطريقة

١-الخــف فــي الأقسام العلوية يعد مفضل بالنسبة لأنواع الأخشاب المخروطية بينما في الأشــجار ذات الورق العريض يسبب هذا النوع من الخف تشجيع تواجد الأفرع الجانبية وبالتالي تقليل قيمة الأشجار الناتجة لوجود العقد بها .

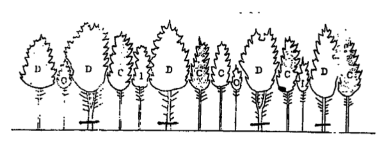
تعــد هــذه الطــريقة مفضلة خاصة إذا كانت الأيدي العاملة مرتفعة الأجور ولا يوجد سوق لتصريف المنتجات الصغيرة بعكس الطريقة الأولى.

٣- الخف الاختياري أو الإنتخابى Selection Thinning

تختلف هذه الطريقة عن الطريقتين السابقتين في أن الأشجار السائدة هي التي تزال لتشجيع نمو أشجار الأقسام التاجية الأقل. وتوجد عدة طرق للخف الاختياري تختلف تبعاً للهدف من الخف وعدد الخفات التي ستجري من هذا النوع.

وفي الطريقة الأولى والتي تعد أكثر الطرق تطبيقا تزال الأشجار السائدة الغير جيدة الشكل من أقسام التاج العلوية لتكوين محصول جيد من الأقسام التاجية الأقل حيث أن الأشجار تحت السائدة والمتوسطة والسائدة ذات الأقطار الصغيرة تكون سيقانها أكثر استقامة وذات أفرع أصغر من الأشجار السائدة القوية. وفي هذه الحالة يتوقف نجاح هذا النوع من الخف على مدى اختيار الأشجار التي ستكون المحصول النهائي ويجب أن تحتوي الأشجار التي تترك حتي نهاية دورة القطع علي تيجان حية تمكنها من استعادة نموها والتكشف إلى أشجار سليمة سريعة النمو وعلى ذلك لا تفضل الأشجار التي بها نسبة تاج حي تقل عن ٣٠% وكلما كان النوع النامي محتملا للظل كلما كان هناك احتمال أكبر لوجود أشجار مناسبة في الأقسام التاجية السفلي. وتتوقف قدرة الأشجار في أي قسم تاجي علي استعادة القدرة علي النمو والانطلاق علي الموقع والعوامل الخاصة به شكل(٤) ويفضل إجراء الخف التاجي الذي يهدف إلى تحسين نوعية الأشجار النهائية للمحصول في بداية حياة المجموعة بقدر الإمكان ويحل محله طريقة أخرى كلما اقتربت الأشجار من مرحلة النضج. وتدعو الحاجة إلى هذا النوع من الخف إذا كانت المجموعة الشجرية في بداية حياتها غير منتظمة وأشجارها غير كثيفة وبها نقص في إعداد الأشجار مما يؤدي إلى وجود أشجار سائدة شكلها غير جيد خاصة مع الأنواع الغير محتملة للظل ويجب مع هذه الأنواع تطبيق هذه الطريقة مرة واحدة لأنه لا يمكن الحصول علي أي فائدة للأشجار التحت سائدة الجيدة من أي خفات أخرى اختباريه بعد إزالة الأشجار السائدة الغير جيدة الشكل.

فـي الطريقة الثانية فإن الخف يستمر حتى يصل على النقطة التي يؤدي استمرار الخـف الـتاجي عندها إلى تواجد فتحات بالتاج أكبر من أن تملأ بواسطة تيجان الأشجار المتـبقية وعـند هـذه النقطة يستعمل الخف من أسفل أو أي طريقة أخرى مناسبة. ولا تهـدف هـذه الطـريقة إلى إنـتاج أشـجار كبيرة ولكن إلى تنمية أكبر عدد ممكن من الأشـجار لأحجام متوسطة لإنتاج عجائن الورق أو الحصول على كتل صغيرة أو سيقان الأعمدة والدعائم.



شكل ٤ : يوضح طريقة الخف الانتخابي . الأشجار التي يوجد على سيقانها علامات هي الأشجار اللازم إزالتها في هذا النوع من الخف .

والمجموعـات الشـجرية الأكـثر قـدرة علي الاستجابة لهذا النوع من الخف هي تلك المكونـة مـن المخـروطيات المحتمـلة للظل مثل المجموعات المختلطة من Fir & Spruce حيث تحتفظ بساق أصلي قائم عما لو طبق هذا النوع مع صالدات الأخشاب.

يمكـن إجـراء الخف الانتخابي لفترة طويلة في المجموعات المحتملة للظل بدون خفض في حجم المحصول النامي أكثر من الخفض الذي يحدث في أنواع الخف الأخرى.

والمجموعـات الـتي لهـا قدرة متوسطة أو ضعيفة علي تحمل الظل لا تستجيب بطريقة جيـدة لـتكرار الخـف الانتخابي والمجموعات الغير محتملة للظل بدرجة كبيرة عادة لا

يحـــدث بهـــا ضرر إذا أجريت خفة اختيارية معتدلة قد تؤدي إلى تحسين نوعية السيقان ومـــع ذلك فإن الخفة الثانية تعتبر الخفة الأخيرة من هذا النوع التي يمكن إجراؤها بدون إزالــة الأشـــجار التي لها أهمية في تكوين المحصول النهائي وفي مثل هذه المجموعات فـــإن الأشـــجار التحت السائدة والمتوسطة الغير سليمة تنخفض قوة نموها بسرعة سواء أســـتخدم الخـــف الـــتاجي أو لم يستخدم وتفقد السطح التاجي لها بسهولة وقدرتها على اســـتعادة نموهـــا قبل أن يؤدي الخف التاجي إلى تحسين كمية الضوء الواصلة لتيجانها. أيضـــاً يكـــون الخـــف التاجي أكثر نجاحاً مع المخروطيات التي تحتفظ بساق واحد قائم بصـــرف النظر عن تأثير التنافس بعكس معظم صالدات الأخشاب وعلي ذلك فإن الخف الاخـــتياري ليـــس لـــه مكـــان بدرجـــة كـــبيرة مع صالدات الأخشاب باستثناء إصلاح المحصـــول فـــي الـــبداية بإزالة الأشجار السائدة ذات الشكل الغير جيد في المجموعات الصغيرة .

فى الطـــريقة الـــثانية يكون الخف الاختياري متلازم مع الخف من أسفل لتحسين نمو الأشـــجار الـــباقية وهذه الطريقة تؤدي إلى تركيز النمو المقبل فى الأشجار تحت السائدة وهـــذه الطريقة ذات فائدة كبيرة في الحالات التي يكون فيها تيجان الأشجار تحت السائدة غيـــر جيـــدة أو عـــندما يكـــون التنافس بين الجذور شديد ومحدد النمو ومفيد أيضاً في المجموعـــات الشـــديدة الازدحـــام والتي لم تعامل سابقاً عنها فى المجموعات التي سبق خفهـــا ويعتـــبر الخـــف الإضـــافي مـــن أسفل مجرد وسيلة لإزالة الأشجار ذات القيمة الاقتصـــادية المنخفضة من الأقسام التاجية السفلى والتي قد تموت أو تكون ليس لها فائدة إذا تركت.

معظـــم طـــرق الخـــف الانـــتخابي تؤدي إلى زيادة احتمال فقد المحصول نتيجة العوامل الطـــبيعية والحيويـــة كذلـــك فـــإن الأشـــجار الـــناتجة منها تكون ذات نمو أقل من الحد

المطـلوب ومعـامل الشكل بها منخفض أيضاً فإن مدى بقاء الأشجار المتبقية بعد الخف لا يمكـن التأكد منه حتى تتمكن الأشجار من استعادة نموها وتكوين تيجان وسيقان جيدة. ومـن الـناحية الـنظرية فـإن الأشجار السائدة هي أحسن الأشجار من الناحية الوراثية وعـلى ذلـك فـإن تطبيق نظرية الخف الاختياري لعدة أجيال يؤدي إلى إزالة الأشجار جيـدة الـتركيب الوراثـي وبالـتالي انخفاض قوة نمو المجموعة بعد إجراء الخف لعدة أجيال.

أيضـاً فـإن الحجم الذي يزداد في طرق الخف الاختياري يكون أقل من الطرق الأخرى حيـث أن الأشجار المتبقية يتأخر مدى استجابتها لعملية الخف بالإضافة إلى إن الأقطار الـتي تتـبقى تكون أصغر وعلى ذلك إذا طبق الخف الاختياري لأكثر من مرة يجب أن تكـون الفـترة بين الخفات أطول من الفترة التي يجري عليها الخف إذا استعملت طريقة الخف من أسفل أو من أعلى.

مميزات وعيوب الخف الأختياري

الخـف الاختياري يتميز بأنه يؤدي إلى الحصول على عائد اقتصادي من عمليات الخف أعـلى مـن أي طريقة أخرى نتيجة كبر حجم الأشجار المزالة إلا إنها تحتاج إلى دراية فنية عالية .

٤- الخف الميكانيكي Mechanical thinning

تعـتمد الطـرق الـثلاثة السـابقة على الخف في أقسام التاج المختلفة أما في هذه الطـريقة تـزال الأشجار على أساس المسافات بين الأشجار بصرف النظر عن موقعها الـتاجي وتفضـل هذه الطريقة في معاملة المجموعات الشجرية صغيرة السن التي لم يتم لهـا خـف مـن قـبل والتي تكون عالية الكثافة وعلى ذلك يفضل الخف الميكانيكي في المجموعـات الشجرية المنتظمة التي لم تتكشف بها الأقسام التاجية بعد وفي هذه الطريقة

يجـرى الخـف قبل أن تكون جميع الأشجار التي تقطع أصغر من أن تستغل تجارياً وهو مـا يطـلق عـليها بالخف قبل التجاري Precommercial thinning – والهدف منه تـنظيم وتحسـين الـنمو فـي مجاميع الأشجار صغيرة السن. قد يجري خف تجاري commercialحيـث تكـون الأشجار المزالة كلها أو جزء منها قابل للاستخدام تجارياً بصـرف الـنظر عما إذا كانت قيمة الأشجار ا لمزالة كبيرة بدرجة تكفي لتغطية تكاليف الخف.

وهناك نظامين للخف الميكانيكي:

١-الخف على مسافات محددة Spacing thinning

وفيـه تترك الأشجار التي ستبقى على مسافات محددة وتزال الأشجار الأخرى وهذا الـنوع مـن الخـف يطـبق أكثر في المجموعات الناتجة من الإكثار الطبيعي المتزاحمة بدرجـة شـديدة لـلغاية وأبسط صور هذه الطريقة هي ترك الأشجار على مسافات ثابتة محـددة ويمكـن تعديـل ذلـك بترك شجرة في كل مربع تحدد أبعاده بناء على المسافة المـراد تـرك الأشـجار عليها ويمكن تقليل كمية المجهود اللازمة للخف بإزالة الأشجار القويـة المنافسة التي يلزم إزالتها وهذه الطريقة تطبق فقط في المجموعات الصغيرة في أول خفة وتستخدم بعد ذلك طريقة أخرى بعد تكشف الأقسام التاجية .

٢- الخف الخطي Row Thinning

وفيـه تزال الأشجار في خطوط ضيقة على مسافات محددة وذلك لتسهيل العمل. وقد طـبقت هـذه الطـريقة مع تحويرها أو بدون تحوير لتسهيل حصاد أو قطع الأشجار من الغابـات الكـثيفة المتجانسـة الـتي لـم يسبق خفها وعادة تعتبر الخفة الأولى هي أكبر الخفـات صـعوبة لأن تزاحم تيجان الأشجار يؤدي إلى صعوبة في إسقاط الأشجار كما تعـوق المسـافات الضـيقة بيـن المحصول المتبقى نقل الكتل كما يؤدى ارتفاع تكاليف

الخــف وانخفــاض قيمة الوحدة الحجمية من الخف إلى صعوبة تطبيقها في المجموعات الــتي تحــتاجها . فـــي أبسط صورة لهذه الطريقة يتم إزالة صف من كل ثلاثة صفوف وعــلى ذلــك تصــبح الأشــجار حرة من جانب واحد وفي المجاميع العالية الكثافة يزال صــفين ونــترك صــف فيعتبر خف كثيف للغاية ويتم تعديل المسافات بين الأشجار بعد ذلــك فـــي الخفــات الــتالية وقد وجد أن إزالة صف واحد من كل ٣ صفوف تؤدي إلى تكويــن تيجان بيضاوية أو منبعجة لوجود الفراغ من جانب واحد فقط وهذا يمكن التغلب عــليها بإعطــاء عناية لهذه الأشجار لإنتاج تيجان ذات جوانب مكتملة في الخفات التالية وقــد أوضــح Spurr إنـــه لا يحدث انبعاج على الإطلاق في سيقان الأشجار تحت أي درجــة مـــن درجــات الخف الخطي ولكن يحدث ذلك في التاج فقط وقد أستخدم الخف الخطــي مــع أنــواع أخرى من الخف في المجموعات الشجرية التي تكشفت إلى أقسام تاجيــة لعمل ممرات في الغابة التي يوجد بها عدد من الأشجار القوية بأن تزال الأشجار فـــي خطوط محددة أو بإزالة صف من الأشجار كل ٤-٧ صفوف ويطبق عليها بعد ذلك طرق أخرى من الخف.

ويعيـــب الخف الميكانيكي في أنه لا يميز بين الأشجار المزالة إن كانت جيدة أم لا لأن الأشجار تزال على أساس المسافة وليس على أساس الأقسام التاجية .

الخف الحر Free Thinning

يســتخدم هــذا الــنوع مـــن الخــف لــتحرير الأشجار المتبقية ويستخدم عادة في المجموعــات الغيــر متجانسة السن أو الكثافة أو التركيب والتي يستلزم تطبيق أكثر من طــريقة فـــي أجــزاؤها المختلفة. يمكن تحت هذه الطريقة تطبيق أي طريقة من الطرق الأربعــة الســابقة. الهــدف من هذا النوع من الخف هو تنظيم نمو المحصول الشجري

المتبقي والخف المثالي من هذا النوع الذي يمكن إجراؤه في مجموعة متجانسة السن وغير منتظمة الكثافة يشمل :

١-خف اختياري لإزالة الأشجار السائدة الغير مرغوب فيها

٢- خف تاجي لتحرير الأشجار التي ستكون المحصول النهائي وهذا يشمل الأشجار السائدة وتحت السائدة القوية وذلك في المناطق الأقل في كثافتها عن المعدل المطلوب .

٣- خف من أسفل لإنقاذ الأشجار المطموسة التي لها قيمة اقتصادية وخف الأماكن العالية الكثافة إلى الدرجة D من درجات الخف المنخفض.

ثانياً: التقليم Pruning

لابد من وجود الأفرع بالأشجار بما تحمله من براعم وأزهار وثمار أيضاً الأوراق التي تؤدى دورها في القيام بعملية البناء الضوئى وبالتالى تقديم الغذاء للأشجار لتستمر عملية النمو. ومكان اتصال الأفرع بالأشجار يسمى بالعقد، وإذا كانت الأفرع سميكة تصبح مساحة العقدة كبيرة وتكوين العقد التي تعتبر من العيوب الشائعة بالأخشاب لاختلاف لونها عن بقية الخشب بالإضافة إلى صلابتها الشديدة بل وأحياناً تنفصل عن الخشب تاركة فراغ. وعلى ذلك فإن التحكم في نمو الأفرع وإزالتها في الوقت المناسب يعتبر ذات أهمية بالنسبة لإنتاج سيقان ذات نوعية جيدة والعقد الناشئة على الساق إما أن تكون عقد متكونة بواسطة أفرع حية أو موجودة فى أفرع ميتة والعقد المتكونة من الأفرع الحية أقل ضرراً من الناشئة من الأفرع الميتة والمشكلة الأساسية إن الأفرع تظل موجودة عدة سنوات قبل سقوطها. ويطلق على سقوط الأفرع بواسطة العوامل الطبيعية والحيوية التقليم الطبيعي وهو يحدث ببطء خلال فترة نمو المجموعة الشجرية.

أما التقليم الصناعي فيتم بواسطة الإنسان بإزالة الأفرع من أجزاء معينة على الساق لزيادة جودة وقيمة المحصول النهائي.

ولا يـــتم إنـــتاج الخشـــب السليم إلا بعد تغطية مكان الفرع أو أي قلف أو جيوب صمغية مرتبطة به بواسطة الخشب تماماً.

التقليم الطبيعي natural pruning

تشـــمل عمـــلية التقـــليم الطبيعي ٣ خطوات هي موت الأفرع ثم سقوطها ثم حدوث تغطية فوق مكان الفرع .

يحـــدث التقـــليم الطـــبيعي من أسفل الى أعلى ولا يعتبر ذات فائدة أكيدة إلا بعد تغطية مكـــان ســـقوط كـــل الأفرع الموجودة بالكتلة القاعدية الأولى ويتوقف معدل موت الأفرع الســـفلية عـــلى الكـــثافة الابـــتدائية للموقع وقوة نمو الأفرع ومجرد تداخل التيجان مع بعضها تبدأ الفروع أسفل التاج في الضعف نتيجة تظليلها وتموت في النهاية.

ويحـــدد قطـــر الأفـــرع وموتها قبل سقوطها جودة الخشب في الجزء الذي به عقد والذي تكـــون قـــبل إتمام التساقط الطبيعي. وعند تنمية مجموعة شجرية للحصول على أخشاب النشـــر يجـــب أن تكون المجموعة الشجرية كثيفة في بداية حياتها بحيث لا تنمو الأفرع الســـفلية أكـــثر مـــن ١-٥و١ بوصة في القطر. ونجد أن الأشجار السائدة القوية تعطي فـــروع كـــبيرة يحدث بها التقليم بدرجة أبطأ وكذلك الأشجار النامية بالمواقع المنخفضة الكـــثافة (المفـــتوحة) في المراحل المبكرة من عمرها وأي ازدحام بعد ذلك لا يؤدي إلى صـــغر حجـــم الأفرع أو تشجيع التقليم الطبيعي. كما أن الأشجار بالمواقع الفقيرة فروعها أصـــغر وخشـــبها أعـــلى فـــي الجودة عن الموجودة في المواقع الجيدة. وأهم مرحلة في عمـــلية التقليم الطبيعي هى مرحلة سقوط الأفرع فبمجرد موت الأفرع تهاجمه الفطريات المـــترممة والحشـــرات الـــتي تضـــعفه حـــتى ينكســـر تحت ثقله أو يسقط بفعل الرياح والأمطـــار والاحـــتكاك مـــع الأفرع المجاورة وأهم العوامل المحددة لمعدل سقوط الأفرع هي الفطريات .

والخطـوة التالية في عملية التقليم الطبيعي هي تغطية مكان سقوط الأفرع وتعتمد سرعة التغطية على معدل النمو القطري للساق وطول المنطقة التي ستغطي.

العقـد الـتي تنتج والأفرع مازالت حية تسمى عقد حية أو متصلة. أما العقد التي تتكون بعـد مـوت الأفـرع تسمى عقد ميتة أو سائبة وفي المخروطيات غالباً ما تصبح غامقة الـلون نـتيجة ترسب الصموغ فيها بعد غلقها والعقد المتكونة على الأفرع الحية أفضل مـن الميـتة لأن الحـلقات السـنوية فـي العقد الحية تنحني للخارج وتظل مستمرة مع الحـلقات السـنوية لـلفرع. أمـا العقد المتكونة على الأفرع الميتة فإن الحلقات السنوية الموجـودة بالسـاق لا تتصل مع الحلقات السنوية للفرع وعلى ذلك تنفصل عن الخشب عـندما يجـف أي إن العقـد الـناتجة من الأفرع الحية تكون متماسكة بينما الناتجة من الأفرع الميتة تكون سائبة .

يمكـن إسـراع التقـليم الطبيعي بزيادة كثافة الموقع رغم إن ذلك يؤثر أحياناً على النمو القطـري للأشـجار وأحسن طريقة لذلك هي المحافظة على التاج العلوي مما يؤدي إلى بقـاء الأفرع السفلى صغيرة ويسبب موتها إلا إنه ذو تأثير بسيط على سقوط هذه الأفرع وهـذه الطـريقة تعتـبر جيـدة خاصة بالنسبة لمغطاة البذور لأنها تحافظ على استقامة الجـذوع وعـلى عدم تفريغها أو التوائها ويجب على المختص أن يكون على علم بوقت تمـام حـدوث التقـليم الطبيعي لخفض كثافة الموقع وتشجيع نمو السيقان قطرياً. ويمكن تشـجيع التقـليم الطـبيعي بتنمية مجموعة من الأشجار المحتملة تحت تيجان المحصول الرئيسـي حيـث تشـجع المجموعـة الـتحت تاجية على حدوث تقليم طبيعي لأشجار المحصـول نتيجة التنافس معها ولذلك وجد إن أحسن طريقة للتقليم lobloly pine هي زراعة صالدات الأخشاب مع الأقسام التاجية المنخفضة .

التقليم الصناعي

تنحصـــر أهــداف التقليم الصناعي أولاً في إنتاج الخشب خالي من العقد وثانياً على دورات قطــع أقصـــر مـــن الـــتي يحـــتاج إليها في التقليم الطبيعي ولأن الفترة اللازمة للحصـــول عـــلى المحصول النهائي بعد التقليم طويلة للغاية يجب من الناحية العملية أن يســـتخدم معهـــا الخـــف لتشجيع النمو القطري. ثالثاً يمكن استخدام التقليم الصناعي لمنع تكويـــن العقـــد الســـائبة ممـــا ينتج عنه خشب به عقد متماسكة وليست خالية من العقد. والمجموعـــات الصـــناعية لا تنتج أخشاب خالية من العقد بدون عملية التقليم لأن تكاليف الـــزراعة المـــرتفعة تؤدي إلى كثافة غير كافية من البداية لحدوث التقليم الطبيعي. وفي التقـــليم الصـــناعي يـــزال أيضاً الأفرع الحية المصابة بالفطريات أو الأصداء كما يشجع التقـــليم الصـــناعي عمـــلية التحرك داخل المجموعة الشجرية لإجراء عمليات الخف أو القطع بالمجموعة.

تأثير التقليم على الأشجار

التقـــليم الصحيح ليس له تأثير ضار على الشجرة بينما التقليم الغير صحيح يمكن أن يســـبب ضـــرر للســـاق ويترك جروح من القلف حتي طبقة الكامبيوم وأحياناً الخشب نفســـه نـــتيجة التقـــليم الغير سليم أو استخدام أدوات غير مناسبة أو التقليم في وقت غير ملائـــم أثناء فصل النمو مما يسبب فصل القلف بسهولة. كذلك التقليم في الأشجار النامية بـــبطء شـــديد يمكـــن أن يكون ضار كما إن إزالة الأفرع الكبيرة تؤدي إلى خفض نسبة الـــناتج الحـــي. الوقـــت اللازم لالتئام الجروح بعد التقليم يتوقف على النمو في القطر في الجـــزء الـــذي بـــه الجروح وأيضاً على طول الجزء المتروك من الفرع فيجب أن يقطع الفـــرع بجـــانب الســـاق مباشرة حتى يعطي فرصة للكامبيوم لكي ينمو بسرعة ويغطي المـــنطقة ويـــتم التـــئام الجروح من الجوانب أو من أعلى والجزء الأسفل من بقايا الفرع هـــو الـــذي يـــتم تغطيته في النهاية والجروح الناتجة من الأفرع الحية تلتئم بسرعة عن

الجــروح الــناتجة من الأفرع الميتة لأن الفروع الحية بها كامبيوم وخلايا برانشيمية عند حافة الجرح. أما الميتة فليس بها خلايا كامبيوم وعلى ذلك لا يمكنها تكوين الكالس.
التقليم الشديد يضعف من النمو مسبباً نقص في النمو الطولي والقطري على السواء.

الأسس المتبعة في التقليم الصناعي

يعتــبر التقــليم الصــناعي أكــثر تكــلفة من أي عملية أخرى من عمليات تنمية الأشــجار والتقــليم قــد يكون مربح أو غير مربح من الناحية الاقتصادية حسب العوامل التي تدخل في تحديد عملية التقليم وأهمها:

١- النوع

يجــرى التقليم للمجاميع الشجرية أو الأشجار التي لا يتم فيها التقليم الطبيعي بدرجة جيــدة والــتي تعطــي أخشــاب ذات قيمــة عالية إذا كانت خالية من العقد ويجب تقليم الأشــجار المســتخدمة للأغراض الشخصية أو عمليات البناء أو عجينة الورق التي يلزم خلوها من العقد الفردية.

٢- المجموعة الشجرية والموقع

لكــي يكــون التقــليم مــربح يجب أن تصل الأشجار للقطر المطلوب بسرعة كافية وعــلى ذلــك يجب أن يجرى التقليم في المواقع الجيدة وعلى المجموعات الشجرية التي مــازالت بها قوة نمو تسمح بإجراء التقليم بحيث يمكن إنتاج أخشاب جيدة خالية من العقد مع ضمان حدوث تغطية سريعة للجروح وسيادة الأشجار التي حدث بها التقليم.

٣- معدل النمو وعمر الأشجار التي جرى عليها التقليم

يجب إجراء التقليم على أشجار سريعة النمو وصغيرة السن حتى يمكن تغطية العقد الناتجة عن الأفرع وتكوين طبقة سميكة من الخشب خالية من العقد حول الجزء الداخلي حتى لو كانت دورات القطع لهذه الأنواع قصيرة. أما بالنسبة للأشجار كبيرة الحجم فيجب تقليمها إذا كانت نامية بمعدل عالي ويجب أن يؤخذ في الاعتبار الزمن الذي تظل الشجرة نامية فيه بعد عملية التقليم ولا ينصح بإجراء التقليم إذا كانت الأشجار قد أمضيت فترة زمنية تعادل نصف دورة القطع خاصة في حالة دورات القطع القصيرة.

ويتوقف كون التقليم مربح أو غير مربح على مهارة الشخص القائم بالعملية .

ميعاد التقليم

لا يجب إجراء التقليم للأفرع الحية خلال فصلي الربيع والصيف وإلا انفصل القلف عن الخشب بسهولة في هذا الوقت ويترك جروح يمكن أن تكون مصدر للعدوى وتعتبر فترة السكون مناسبة لإجراء التقليم. بالنسبة للمخروطيات يفضل التقليم في نهاية الشتاء وبداية الربيع. أما الأشجار ذات الخشب الصلد فيستحسن إجراء التقليم في نهاية الصيف والخريف. بالنسبة للأفرع الميتة يمكن إجراء التقليم في أي وقت من السنة طالما إن ذلك لا يؤدي إلى ضرر للأنسجة الحية.

وعادة لا ينصح بتقليم الأشجار إلا بعد وصول البرعم الطرفي للساق إلى ارتفاع أكبر من الكتلة الأولى (١٧ قدم) حتى لا يتعرض الساق للتفريغ قبل هذا الارتفاع كما يفضل إجراء التقليم مباشرة بعد الخفة الأولى على أن تكون التيجان قد تكشفت.

المراجع

الأستاذ الدكتور/ طلعت عمران، دكتور/ حسنى أبو جازية، دكتور/ أحمد البحة، دكتور/ أحمد عامر ٢٠٠٠: محاضرات فى علوم تنمية ومعاملة الأشجار الخشبية.

الباب الرابع

قياسات الأشجار

الباب الرابع

قياسات الأشجار

يختص علم قياسات الغابات بتقدير أطوال وأقطار وأحجام الكتل والأشجار القائمة وأعمار الأشجار والطرق الإحصائية في المعاينة Sampling والتنبؤ بالنمو المتوقع في المواقع المختلفة لكل نوع بناء على قياسات مباشرة.

الأجهزة المستخدمة في قياسات الأشجار:

تنقسم هذه الأجهزة إلى:

(أ) أجهزة قياس الأقطار وهذه تشمل:

١- المسطرة العادية The ruler

٢- القدمة الشجرية The tree caliper

٣- الشريط The tape

٤- عصاة بلتمور Biltmore stick

٥- الدندرومترات Dendrometers

(ب) أجهزة قياس الأطوال وهذه تشمل:

I - أجهزة تعتمد على قياس ظلال الزوايا وهذه تشمل:

١-الترانسيت Transite

٢-جهاز ابنى Abney level

٣-أجهزة قياس الارتفاعات مثل الـ Blume-Leis, Haga altimeter & Sunto clinometer

II- أجهزة مبنية على تشابه المثلثات وهذه تشمل:

القامات Hypsometers

I- قياس الأقطار

وحدات قياس الأقطار:

تســتخدم البوصة أو السنتيمتر لقياس الأقطار ويتم تقدير قطر لأشجار القائمة عند ارتفاع الصــدر وهــو مــا يعــادل ٤,٥ قدم من سطح الأرض أى حوالي ١٣٥سم ويطلق على القطر عند هذا الارتفاع القطر عند ارتفاع الصدر Diameter at breath height (dbh) .

أجهزة قياس الأقطار:

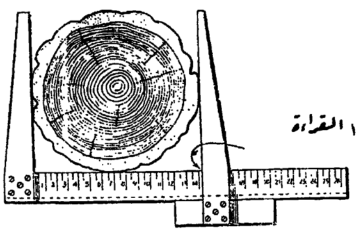
١- المسطرة

تســتخدم المسطرة في قياس أقطار الكتل المقطوعة لأقرب سنتيمتر أو بوصة وفى حالة الكــتل غيــر المنتظمة القطر يتم تقدير القطر في الاتجاه الأكبر و الأصغر ويؤخذ متوسط القراءتين كدليل للقطر.

٢- القـــدمة الشجرية

تســتخدم القـــدمـــة في قياس أقطار الأشجار القائمة أو المقطوعة. وهى تتكون من ساق مدرجــة مركب عليها ذراعين عموديين في اتجاه واحد، أحدها ثابت والآخر يتحرك على الســاق المدرجة وعند ضم الذراعين حول ساق الشجرة يمكن تقدير قطرها من القراءة عــلى الســاق المــدرج، للحصــول على قراءة دقيقة يجب أن يكون الذراعين عموديين ومتلامسين مع ساق الشجرة

وفى حالــة الأشــجار الغيــر مســتديرة القطــر تؤخــذ قراءتين أحدهما في اتجاه القطر الأكبر والأخــرى فــي اتجاه القطر الأصغر ويؤخذ المتوسط كما في حالة المسطرة وتوجد أنواع مختلفة من القامات مصنوعة من مواد مختلفة مثل الخشب والألومنيوم وغيرها (شكل ١).



شكل (١) : تقدير القطر بواسطة القدمة الشجرية

عيوب القـــدمة:

١.عدم انطباق الذراع المتحرك على الساق المدرجة بالضبط وصعوبة ضبطها أفقياً.

٢.في حالة الأشجار الكبيرة يلزم استعمال قدمة كبيرة يصعب حملها واستخدمها.

٣.فـــي بعـــض الأحيـــان يصـــعب تحـــريك الذراع المتحرك بسهولة وخاصة إذا كانت مصنوعة من الخشب أو إذا كانت معدنية وتعرضت للصدأ.

٣- الشريط .

يســـتعمل الشـــريط العادى لقياس المحيط ويمكن حساب القطر بقسمة القراءة الناتجة على ٣,١٤ (ط) بناء على العلاقة بين المحيط والقطر

المحيط = ٢ ط نق

$$ق = \frac{المحيط}{ط}$$

ولتسـهيل الحصول على القطر مباشرة يستخدم شريط قطرى يقيس محيط الشجرة وتدل القـراءة الموجـودة عـليه على القطر مباشرة وذلك بتقسيم الشريط إلى وحدات تساوى ٣,١٤ (ط) فيعطى القطر مباشرة باعتبار أن تدريجه هو ناتج قسمة

$$\frac{\text{المحيط}}{\text{ط}}$$

ويـزود الشـريط عـادة بمخلب في بدايته لإمكانية تثبيته والدوران حول الشجرة لقياس المحيط.

مميزات الشريط:

١- سهولة الحمل ولا يحتاج إلى مساعد مع الشخص القائم بالقياس.

٢- صغر الحجم.

٤- عصاة بلتمور Blitmore stick

تـتكون عصـا بلـتمور من مسطرة طولها حوالي ٣٠ بوصة مدرجة بطريقة معينة بحيـث إذا وضعت أفقياً ملاصقة لجانب الشجرة على بعد ذراع منها (٢٥ بوصة) يمكن معـرفة قطـر الشجرة من التدريج الموجود على المسطرة. ولأخذ القراءة يجب تحريك السـاق المدرجـة بحيث يكون أحد خطى النظر محصور بين صفر تدريج العصا ونهاية قطـر الشـجرة مـن ناحية و الخط الآخر يلامس نهاية القطر من الناحية الأخرى وتدل القـراءة الموجودة على العصا على القطر مباشرة والمعادلة المستخدمة في تدريج العصا هي:

$$\text{س} = \frac{\text{ق}}{\text{١ + ق/٢٥}}$$

تستخدم هذه المعادلة لتدريج العصا حيث تحدد الأقطار المطلوبة ويحسب ما يقابله على عصا بلتمور ويمثل الجدول التالى المسافة على العصا المقابلة للقطر بحيث يمكن استخدامها مباشرة في التدريج.

القطر (بوصة)	المسافة على العصا (بوصة)	القطر (بوصة)	المسافة على العصا (بوصة)
٥	٤,٥٦	١٨	١٣,١٢
٦	٥,٣٩	١٩	١٤,٣٢
٧	٦,١٩	٢٠	١٤,٩١
٨	٦,٩٦	٢١	١٥,٤٨
٩	٧,٧٢	٢٢	١٦,٠٥
١٠	٨,٤٥	٢٣	١٦,٦٠
١١	٩,١٧	٢٤	١٧,١٤
١٢	٩,٨٦	٢٥	١٧,٦٨
١٣	١٠,٥٤	٢٦	١٨,٢٠
١٤	١١,٢١	٢٧	١٨,٧٢
١٥	١١,٨٦	٢٨	١٩,٢٣
١٦	١٢,٤٩	٢٩	١٩,٧٣
١٧	١٣,١٢	٣٠	٢٠,٢٣

عيوبهـــا:

غيــر دقيقــة لأنــه مــن الصــعب ضبط المسافة بين العين والمسطرة وأيضا في حالة الأشــجار الغيــر دائــرية تمامــاً حيــث يفترض أن قطر الأشجار عند استنتاج العلاقة الرياضية دائرى تماماً.

مميزاتهـا:

- سهلة الحمل والاستعمال.

- تصلح في التقديرات الأولية والأغراض العامة.

٥- الدندرومترات:

نظـــرا لأن كـــل الأجهـــزة الســـابقة لا تقوم بقياس القطر على الارتفاعات العالية للأشـــجار القائمـــة فقد عملت محاولات لإيجاد أجهزة تقوم بقياس القطر على الارتفاعات العاليـــة للأشـــجار القائمـــة ولكن لم يثبت أى من هذه الأجهزة دقة مقبولة ولهذا لم ينتشر اســـتعمالها وتســـتخدم طريقة إسقاط الشجرة لقياس الأقطار العلوية أو أن يتسلق شخص الشجرة ويقوم بقياس القطر.

القطر داخل القلف (dib) والقطر فوق القلف(dob) :

عـــند الحاجـــة إلى تقديـــر الجـــزء الخشبى فقط يزال سمك القلف. ويطلق على القطر الخشـــبى + القـــلف تعـــبير القطر فوق القلف diameter over bark (dob) بينما يطلق على قطـــر الجـــزء الخشبى فقط تعبير القطر داخل القلف(diameter inside bark (dib وفى حالة الأشـــجار المقطوعـــة يمكـــن قياس سمك القلف بواسطة المسطرة العادية بينما فى حالة الأشـــجار القائمة تستخدم آلة قياس سمك القلف bark thickness guage وهى آلة لها طرف حـــاد تضـــغط عـــلى قـــلف الشجرة من الخارج حتى تصطدم بالجزء الخشبى ومتصلة بزنبرك عليه ساق مدرجة يحدد سمك القلف بالتقريب.

وتستخدم المعادلة الآتية لشرح العلاقة بين القطر داخل القلف والقطر فوق القلف. (

القطر داخل القلف = القطر فوق القلف- ضعف سمك القلف

II - قياس الأطـــوال

وحدات قياس الأطوال:

الوحـــدات المستخدمة في قياس الأطوال هى القدم في النظام الإنجليزى والمتر في النظام المترى وتقاس الأطوال عادة لأقرب بوصة أو سم.

أجهزة قياس الأطوال على أساس الزوايا

١ – الترانسيت Transit

و يســتخدم لقيــاس أطوال الأشجار القائمة خاصة فى الأغراض العلمية نظراً لدقته حيــث يوضع على أى مسافة أفقية من الشجرة ثم تقاس الزوايا الرأسية بين الجهاز وقمة الشــجرة وبين الجهاز وقاعدة الشجرة ومن ذلك يقدر ارتفاع الشجرة فإذا كانت المسافة الأفقيــة أب والزاوية بين الجهاز قمة الشجرة هى ب أ^جـ وبين الجهاز وقاعدة الشجرة هى ب أ^ء

فإن طول الشجرة (جـ ء) = ب جـ + ب ء

ب جـ = أ ب ظا ب أ^جـ ، ب ء = أ ب ظا ب أ^ء

∴ طول الشجرة = أ ب (ظا ب أ^جـ + ظا ب أ^ء)

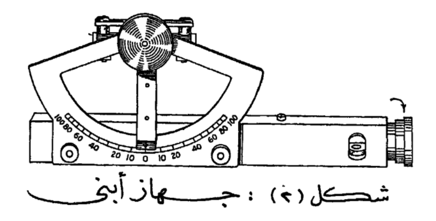
وذلك فى حالة الأشجار الموجودة على أرض مستوية.

وعيــب هذه الطريقة أنها بطيئة كما أن الترانسيت نفسه آلة معقدة بالإضافة إلى ضرورة استخدام الجداول الرياضية.

٢– ميزان آبنى Abney level

وهو عبارة عن أنبوبة مربعة المقطع طولها حوالي ٤ بوصات (١٠ سم) يوجد في أحد طرفيها فتحة ينظر منها الشخص القائم بعملية القياس ويوجد عليها ميزان مائى

يدور مع محور نصف دائرى مدرج كما يوجد داخل الأنبوبة مرآة تعكس صورة الفقاعة حينما يكون الميزان أفقياً (شكل ٢)



شكل (٢) : جهاز أبنى

لاستخدامه ترصد قمة الشجرة والقاعدة وبعدها يتم إدارة المحور المدرج حتى تظهر صورة الفقاعة في المرآة لضبط الأفقية ثم تؤخذ القراءة الموجودة على التدريج وهناك نوعين من التدريج هما التدريج إلى زوايا وفيه يحسب طول الشجرة مثل الترانسيت تبعاً للمعادلة

طول الشجرة = المسافة الأفقية × ظا الزاوية بين الجهاز وقمة الشجرة .

ولتسهيل استخدام الجهاز عمل تدريج آخر يسمى التدريج المئوى وهو يقابل الظلال الطبيعية للزوايا من صفر–٤٥° مضروباً × ١٠٠ وذلك للاستغناء عن استخدام الجداول الرياضية ولاستخدام هذا التدريج يقف الراصد على بعد ١٠٠ وحدة طولية (متر أو قدم) وبعد إتمام عملية الرصد تدل القراءة الموجودة على هذا التدريج على طول الشجرة.

إذا كانت المسافة أكبر أو اقل من ذلك يمكن تعديل القراءة كالآتى:

$$\text{طول الشجرة} = \frac{\text{القراءة على التدريج المئوى} \times \text{المسافة القطية}}{١٠٠}$$

ويجب في كل مرة إضافة طول الراصد إلى الطول المقدر بواسطة الجهاز حيث ان منسوب الرصد يبدأ من عين الراصد.

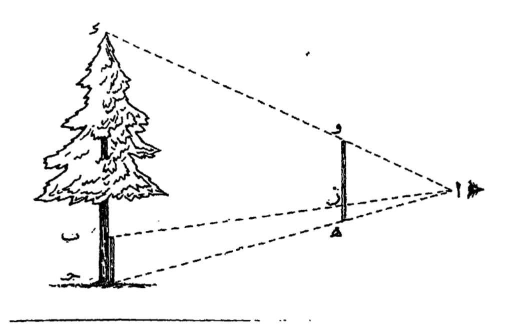
ويتميز ميزان آبنى بأنه خفيف ومناسب لمعظم الاستخدامات والعيب الوحيد به هو عدم إمكانية قياس الزوايا الكبيرة به وذلك نظراً للانعكاسات التى تؤثر على رؤية الفقاعة في المرآة وهذا يجعل الجهاز غير مستخدم في حالة الأشجار الطويلة أو الأشجار الكثيفة التى لا يمكن قياسها من مسافات بعيدة.

٢- أجهزة قياس الأطوال المبنية على أساس تشابه المثلثات

I- **القامات**: وهى ساق خشبية مدرجة بطريقة معينة تستخدم لقياس أطوال الأشجار القائمة ويوجد عدد من القامات وأبسطها هما قامة كريستسان وقامة ميريت وتعتمد القامات على أساس رياضى بسيط.

أ- قامة كريستيان

وتعتبر قامة كريستيان ابسط القامات في مظهرها وتتكون من ساق مدرجة طولها حوالي ١٠ بوصات بها تدريج غير منتظم وتحتاج إلى شخص مساعد يحمل عصا طولها ١٠ أقدام توضع قائمة عند قاعدة الشجرة المراد قياس طولها وعادة يمسك الشخص القامة عمودياً على أى مسافة من الشجرة ويقوم بتقريب القامة أو إبعادها عن عينه أو بتغيير المسافة بحيث تغطى القامة الشجرة كلها(شكل٣) فيكون التدريج على القامة عند خط النظر الواصل إلى قمة العصا التى طولها ١٠ قدم يدل على طول الشجرة مباشرة.



شكل (٣): تقدير طول الشجرة باستخدام قامة كريستان

ويعتمد الأساس الرياضي لتدريج القامة على الآتي:

بفرض أن هـ و تمثل القامة (١٠ بوصة)، جـ ء تمثل الشجرة ، جـ ب تمثل الساق القائمة عند قاعدة الشجرة (١٠ أقدام)، هـ ز تمثل الجزء من القامة التي يجب أن يكون عليه الرقم الدال على التدريج.

∆∆ أ جـ ء، أ هـ و متشابهان.

$$\therefore \frac{\text{جـ ء}}{\text{هـ و}} = \frac{\text{أ جـ}}{\text{أ هـ}}$$

، ∆∆ أ ب جـ ، أ هـ ز متشابهان.

$$\therefore \frac{\text{ب جـ}}{\text{هـ ز}} = \frac{\text{أ جـ}}{\text{أ هـ}}$$

$$\therefore \frac{\text{جـ ء}}{\text{هـ و}} = \frac{\text{ب جـ}}{\text{هـ ز}}$$

$$\therefore \text{هـ ز} = \frac{\text{هـ و} \times \text{ب جـ}}{\text{جـ ء}} = \frac{\text{طول الساق} \times \text{طول القامة}}{\text{طول الشجرة}}$$

$$\therefore \text{هـ ز} = \frac{١٠ \times ١٢ \times ١٠}{\text{طول الشجرة}} = \frac{١٢٠٠}{\text{طول الشجرة}}$$

فـإذا كـان طـول الشجرة = ٥٠ قدم أى ٦٠٠ بوصة فإن هـ ز = ١٢٠٠/٦٠٠ = ٢ بوصة.

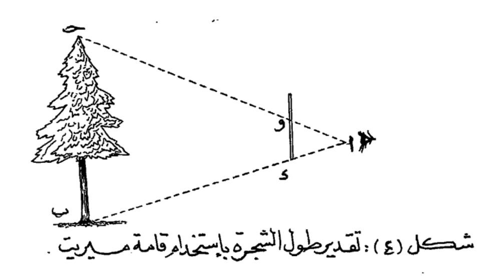
وإذا كـان طـول الشجرة = ١٠٠ قدم (١٢٠٠ بوصة) فإن هـ ز = ١٢٠٠/١٢٠٠ = ١ بوصة.

أما إذا كان طول الشجرة ٢٠ قدم فإن هـ ز = ٥ بوصة وهكذا

وتـتميز هـذه القامة على جميع الأجهزة بسهولتها بالإضافة إلى عدم احتياجها إلى قياس المسافة بينها وبين الشجرة أو بينها وبين عين الراصد.

ب- قامة ميريت Merritt hypsometer

وهى عصـا مدرجـة تمسـك على امتداد الذراع (٢٥ بوصة) وتحرك إلى اسفل وأعلى حـتى يكـون خـط النظر السفلى ماراً بصفر تدريج القامة وقاعدة الشجرة وخط النظر العـلوى مـن العيـن إلى قمة الشجرة يقطع القامة في نقطة يدل التدريج الموجود عليها عـلى طول الشجرة مباشرة (شكل٤) وعادة يقف الراصد على مسافة معينة من الشجرة ولتكن جنزير (٦٦ قدم).



شكل (٤) : تقدير طول الشجرة باستخدام قامة متريت .

يعتمد الأساس الرياضي المستخدم في تدريج القامة على الآتى:

إذا كان ب جـ = طول الشجرة ، أ ء = طول الذراع = ٢٥ بوصة

أ ب (المسافة بين الراصد والشجرة) = ٦٦ قدم ، ء و = الطول على القامة المقابل لطول الشجرة.

من الشكل السابق

∆∆ أ ب جـ ، أ ء و متشابهان.

$$\frac{\text{أ ب}}{\text{أ ء}} = \frac{\text{ب جـ}}{\text{ء و}}$$

$$\frac{٧٩٢}{٢٥} = \frac{\text{ب جـ}}{\text{ء و}}$$

٧٩٢ ء و = ٢٥ ب جـ

ء و = ٢٥/ ٧٩٢ ب جـ =٠٫٠٣١٥٦ ب جـ

ولتدريج القامة تحدد أطوال الأشجار المطلوبة وتقدر المسافة المقابلة على القامة.

كيفية تقدير أطوال الأشجار بدون استخدام أجهزة:

يحتاج المشتغلين بالغابات أحياناً إلى تقدير طول الشجرة بدون وجود أجهزة ويمكن عمل ذلك بعدة طرق منها قطع فرع وجعل نهايته مدببة وواضحة على أن يكون الجزء المقطوع بطول ٤-٥ أقدام ثم يقوم الشخص بأخذ جزء فوق قبضة يده يعادل طوله طول ذراعه ويمكن قياس ذلك بدقة بوضع طرف الفرع قرب عينيه ويمسكه بيده عند نقطة التلامس مع اليد والجزء الباقي يساعد في إحكام مسكه. ثم يتحرك الشخص إلى الخلف أو الأمام حتى يغطى كل الجزء الذى فوق يده كل الشجرة فتكون المسافة الأفقية بين الشخص والشجرة تعادل طول الشجرة.

٣- الطرق العينية

أحياناً تقدر أطوال الأشجار بمجرد النظر عندما لا تكون الدقة مطلوبة في القياس ويلزم أن يكون الشخص القائم بهاله دراية بهذه العملية وعادة تكون نسبة الخطأ في القياس بها عالية عن الطرق الأخرى.

تأثير ميل الأشجار على قياسات الأطوال:

نجد أن كل الحسابات السابقة تفترض أن الشجرة قائمة تماماً وعلى ذلك فأى ميل في الشجرة يؤدى إلى خطا محسوس في النتائج وسوف يكون طول الشجرة أكبر أو اقل من الحقيقى.

ولتقليل نسبة الخطأ في مثل هذه الحالات يراعى زيادة المسافة بين الراصد والشجرة بقدر الإمكان لتقليل الزاوية وميل خط النظر إلى القمة وأحسن حل لهذه المشكلة هو قياس الشجرة من الجانب الذى يظهر فيه الانحناء جانبى وليس مباشر أمام خط النظر وفي التقديرات العملية يتلافى قياس الأشجار الشديدة الميل.

الطول الكلى والتجارى Total and merchantable height

في معظم الحالات لا يهتم بالطول الكلى للشجرة ويهتم بالطول التجارى وهو الطول من سطح الأورمة حتى نقطة على الساق يكون عندها أقل قطر صالح للاستخدامات التجارية وهذا القطر يحدد كالآتى:

١- حتى نقطة يكون عندها قطر معين داخل القلف وعادة تكون هذه الأقطار ٥ أو ٦ أو ٨ بوصات تبعاً لاستخدامات المنطقة.

٢- حتى نقطة يحددها الشخص القائم بالقياس نفسه يستدل عليها حسب شكل الشجرة خاصة عدد وحجم ومكان الأفرع وتؤدى هذه الطريقة إلى اختلاف في القطر التجارى من شجرة لأخرى.

٣- حتى نقطة على الشجرة تعادل نسبة ثابتة من القطر عند ارتفاع الصدر أو القطر عند قمة الكتلة الأولى.

تمرين:

١- عند قياس طول شجرة بواسطة ميزان آبنى وقف الراصد على بعد ١٢٠ قدم من الشجرة ووجد أن القراءة على التدريج العادى كانت ٤٧° فما هو طول الشجرة إذا كان طول الراصد ٥,٥ قدم.

٢-عند قياس طول شجرة بواسطة ميزان آبنى وقف الراصد على بعد ٢٢ متر وكانت القراءة على التدريج المئوى ٩٠ فما هو طول الشجرة إذا كان طول الراصد ١٧٠ سم.

تــقديــــر الأحجام Volume measurement

وحـــــدات قياس أحجام الكتل:

الوحــدات المســتخدمة فى تقديـــر أحجـــام الكتل هى القدم المكعب والمتر المكعب ويســتخدم القــدم الــلوحى Board foot لقياس حجم الأخشاب المنشورة وهو عبارة عن وحدة حجمية أبعادها قدم × قدم × بوصة أي ١٢/١ قدم٣.

طرق تقــدير الأحجـــام:

١- طريقـــة الإزاحة وتسمى أيضاً طريقـــة الــ Xylometer

وهــي أدق طــريقة لقياس حجم الكتل غير منتظمة الشكل وتعتمد على ملئ حوض بالمـــاء حتى حجم معين ثم تغمر الكتلة ويقدر الحجم الجديد والفرق بينهما يدل على حجم الكتـــلة. وعادة يقاس مستوى الماء في الحوض ويقدر الحجم منه بمعرفة مساحة الحوض كمـــا يمكن تدريجه على أساس الحجم مباشرة بدلاً من الارتفاع ويعيب هذه الطريقة أنها تصـــلح للكتل الصغيرة التي يصعب تقدير حجمها بأى طريقة هندسية كما أنها تحتاج إلى نقل الكتل ولهذا فهى تستخدم أكثر في الأغراض العلمية.

٢- الطريقـــة البيانيـــة Graphic method

تســتخدم الطرق البيانية للحصول على أحجام الأشجار حيث يقاس القطر على أبعاد مختــلفة عــلى طول الشجرة ويفضل أن تكون القياسات على مسافات منتظمة ومنه يمكن معــرفة مــربع القطر ويتم توقيع مربع القطر مقابل الطول. وبعد ذلك يتم توصيل النقط مـــع بعضها ويتم تحضير رسم منفصل لكل شجرة ومن الرسم يمكن الحصول على حجم أي كتـــلة بقيـــاس المســـاحة المحصورة تحتها بواسطة بلانتيمير وتحويلها إلى حجم وهى

غيــر شــائعة الاســتخدام لأنـــه يمكن استخدام المعادلات الرياضية مباشرة في حساب الحجوم.

٣- تقديـــر الحجـــم باستخدام المعادلات الرياضيـــة

تعــتمد هــذه الطــريقة على أن الكتل الخشبية لها شكل هندسي معين يمكن تقدير حجمــه بمعــرفة أبعــاده وهــذه المعادلات تعطى الحجم بدقة مقبولة تكفى لاستخدامها. فالكتــلة القميــة تقــترب في شكلها من المخروط بينما يقترب شكل الكتل الوسطية من الشــكل الــناتج مــن دوران قطــع مكافئ حول محوره مع قمة مستديرة مقطوعة وهذا الشــكل يــتميز بــأن جوانبــه محدبة قليلاً وأن مساحة القطاع العرضى به عند منتصف طوله تعادل تماماً متوسط المساحة عند كلاً من نهايتيه.

أمــا الأورمــة فــهى تقترب من شكل القطع الناقص النحيل أو المخنصر إلا أنها تحسب على أساس أنها أسطوانة. وهناك عدد من المعادلات تستخدم لحساب الكتل منها.

وفيما يلي المعادلات المستخدمة:

١- معـــادلة نيوتين:

حجـم الكتلة = طـول الكتلة (مساحة القاعدة العليا + ٤ مساحة القاعدة في وسط الكتلة + مساحة القاعدة السفلي)
٦

و تعطي معادلة نيوتين نتائج جيدة لكل الكتل بما في ذلك الكتلة القاعدية.

٢- معــادلة سماليان: = طـول الكتلة (مساحة القاعدة السفلى + مساحة القاعدة العليا).
٢

٣ - معــادلة هيــوبر: = طول الكتلة xالمساحة القاعدية في منتصف الكتلة.

٤- تقدير حجم الكتلة القميـــة:

أما أن تعتبر كمخروط :. حجم الكتلة = ١/٣ مساحة القاعدة × الارتفاع.

أو تطبق قاعدة سماليان :. حجم الكتلة = ١/٢ مساحة القاعدة × الارتفاع.

٥- حجم الأورمة:

يحسب حجم الأورمة على أساس أنها أسطوانة حجمها = ط نق٢ x ل

حيث نق = القطر العلوي للأورمة

ل = طول الكتلة

٦- تقـــدير الحجـــم الكلي للشـــجرة:

يمكـــن تقدير الحجم الكلي للشجرة المقطوعة باستثناء الكتلة القمية والقاعدية بحساب حجـــم الكـــتل بواســـطة المعـــادلات السابقة ثم جمعها ويمكن تقليل العمليات السابقة إذا قطعت الشجرة إلى كتل متساوية طولها L وعلى أساس أن المساحات القاعدية

$A_1, A_2, A_3 \ldots\ldots\ldots A_n - 1, A_n$

فإن الحجـــم = $V = \frac{1}{2} L (A_1 + 2A_2 + 2A_3 \ldots\ldots + 2A_{n-1} + A_n)$

٧- تقدير حجم الأشجار القائمة:

يقـــدر حجـــم الأشـــجار القائمـــة عـــلى أساس أنها أسطوانة قطرها = القطر عند ارتفاع الصدر ثم يحول إلى حجم الشجرة بواسطة معامل الشكل الإسطواني وعلى ذلك فإن:

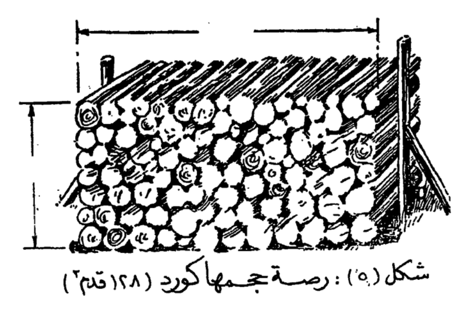
حجم الشجرة = ط نق٢ ل x معامل الشكل الإسطواني.

حيث نق = القطر عند ارتفاع الصدر (d.b.h)

تقدير حجم الكتل الغير منتظمة الشكل

يقـــدر حجم الكتل الغير منتظمة الشكل بالـــ Cord وهو عبارة عن وحدة أبعادها ٤ ×٤×٨ قـــدم أي حجمهـــا ١٢٨ قـــدم٣ (شـــكل ٥) وهـــذا الحجم يشمل الكتل والفراغات الموجـــودة بيـــنها. وعـــادة تـــرص الكتل على أرض مستوية ثم تؤخذ الأطوال بواسطة

شـــريط لـــلقياس. ويحتوي الـــ Cord عادة على حجم صافى من الخشب يقدر بــــ ٦٠-١٠٠ قــدم٣ وهـــذا يختـــلف حسب طريقة رص الكتل وأيضاً حسب الأقطار فكلما كانت كـــبيرة كـــلما زاد حجـــم الخشب الموجود وأيضاً حسب انتظام شكل الكتل وحسب إذا ما كـــانت كـــلها متشـــابهة أو بهـــا أحجـــام مختلفة. ففي الكتل الغير متشابهة نجد أن الكتل الصـــغيرة توجـــد بيـــن فراغات الكتل الكبيرة. ويلاحظ أن الحجم المذكور يشمل القلف وعـــلى هـــذا فـــإن حجم الخشب الصافي سوف يكون أقل بحوالي ١٠-٣٠% تبعاً لسمك القلف.



شكل (٥) : رصة حجمها كورد (١٢٨ قدم٣)

مســـــائل:

أحسب حجـــم الكتل الآتية بواسطة قاعدة سماليان وهيوبر ونيوتن إذا كان:

القطـــر الأصـــغر داخل القلف ٢٤ بوصة، القطر داخل القلف في منتصف الكتلة ٢٦,٤ بوصة، القطر الأكبر داخل القلف ٢٨,٧ بوصة، طول الكتلة ١٦ قدم.

٢- إحسب عدد الكوردات فى رصة خشب أبعادها ١٤ × ٨٠ × ٨ قدم.

جـــــــداول الأحجـــــام:

وهـــي جداول تعطي حجم الأشجار القائمة بالوحدات الحجمية (قدم مسطح – قدم٣ ، م٣) بمعـــرفة واحـــد أو أكـــثر من أبعاد الشجرة وتعمل هذه الجداول بناء على قياسات حقيقيـــة. وهـــناك جـــداول محلية تعطي الأحجام بمعرفة القطر عند ارتفاع الصدر وهي خاصـــة بالمنطقة فقط وتحضر من القياسات الأولية المأخوذة. أما الجداول القياسية فهي الـــتي تعطـــي الحجـــم بمعـــرفة كـــلاً مـــن القطر عند ارتفاع الصدر والطول الكلي أو الاقتصـــادي وهـــذه الجداول تعمل لكل نوع على حده أو لمجموعة من الأنواع وللمواقع المختلفة.

وهـــناك جـــداول أحجـــام تعمـــل لكل معامل شكل لنفس النوع أو مجموعة أنواع تسمى جداول الأحجام لمعاملات الشكل.

طـــرق تقـــدير معامل الشـــكل:

توجـــد اخـــتلافات كـــثيرة فـــي شكل الساق نتيجة الاختلاف في تناقص القطر من القـــاعدة إلى القمـــة ويعـــرف التـــناقص في القطر بالإستدقاق وهو العامل الرئيسي في الاخـــتلاف في الحجم بين الأشجار التى لها نفس القطر عند ارتفاع الصدر . هناك عدد من المعادلات تستخدم على نطاق واسع لاستنتاج معامل الشكل أكثرها استعمالا:

معامل الشـــكل الإسطوانى:

معـــامل الشـــكل الإســـطوانى هـــو النسبة بين حجم الشجرة إلى حجم إسطوانة قطـــرها مساوى لقطر الشجرة عند ارتفاع الصدر ولها نفس ارتفاع الشجرة وهذا يختلف عـــن معـــاملات الشـــكل الأخـــرى في أنه لا يمكن تقديره إلا بعد معرفة حجم الشجرة ويمكن التعبير عنه بالمعادلة الآتيـــة:

معـــامل الشـــكل الأسطواني = حجـــم الشـــجرة

حجم اسطوانة (قطرها =D.B.H وارتفاعها =ارتفاع الشجرة)

وهذا العامل تكون قيمته أقل من ١ وهو يصلح للتقدير التقريبي السريع للحجم.

٢- معـــامل الشـــكل العادي Form quotient

معـــامل الشكل العادى هو النسبة بين القطر عند ارتفاع معين بالشجرة أعلى من مستوى الصدر والقطر عند ارتفاع الصدر

وقد وضع Shiffel المعادلة الأصلية وهي:

معـــامل الشـــكل العـــادي = القـــطر عند منتصـــف ارتفاع الشـــجرة

الـــ DBH

وهـــذا المعـــامل له عيب حيث أنه كلما صغر ارتفاع الشجرة تتناقص النقطة التي يوجد عـــندها منتصـــف الارتفـــاع وفـــي الأشجار التي يكون طولها مرتين قدر ارتفاع الصدر تنطـــبق النقطـــتان حيـــث تكون المسافة عند منتصف الارتفاع هي ارتفاع الصدر وعلى ذلـــك يصـــبح معـــامل الشـــكل واحد. وقد حاول Johnson تلافي هذه المشكلة بتغيير هذه الـــنقطة إلى منتصـــف الارتفـــاع فـــي المســـافة فوق الصدر وأطلق عليها معامل الشكل المطلق وعلى ذلك تصبح المعادلة :

معـــامل الشـــكل المطـــلق = القـــطـــر عند منتصـــف الارتفاع في المسافة فوق الصـــدر

القـــطر عند ارتفاع الصـــــدر

= القـــطر عند ارتفاع =½ (طول الشجرة + ٤,٥ قدم)

القـــطر عند ارتفاع ٤,٥ قدم

ويعتـــبر هـــذا العـــامل مقيـــاس أفضـــل لشـــكل الشجرة عن معامل الشكل العادي وتتراوح قيمته لمعظم الأنواع ما بين ٠,٦ ، ٠,٨.

معامل جيرارد Girard quotient

وهـــو النسبة بين القطر العلوي داخل القلف للكتلة القياسية الأولى إلى القطر خارج القـــلف عـــند ارتفـــاع الصـــدر. ونظراً لأن طول الكتلة القياسية = ١٦ قدم و٣ بوصات بالإضـــافة إلى واحـــد قدم وهو ارتفاع الجزء الذي يترك بالأرض عند القطع فإن القطر العلوي للكتلة الأولى سيكون على ارتفاع ١٧ قدم و ٣ بوصات.

وعلى ذلك فإن معامل جيرارد = القـــطر داخل القلف عند ارتفاع ١٧,٣ قدم / القطر عند ارتفاع الصدر فوق القلف × ١٠٠

وهـــذا المعـــامل له عدة ميزات عن كل من معامل الشكل العادي ومعامل الشكل المطلق Absolute form factor.

٣- Form point

هـــو النســـبة بين الارتفاع حتى مركز مقاومة الرياح على الشجرة (مركز ثقل الـــتاج) إلى طـــول الشـــجرة الكـــلي وقد أقترح هذا المعامل جونسون Johnson حيث أن المحـــدد لشـــكل الشـــجرة هـــو مركز مقاومة الرياح أو النقطة التي يحدث عندها أكبر مقاومة للانحناء بالرياح

تقدير حجم الأخشاب المنشورة من الكتل (قواعـــد الكتلة) :

تخـــتص قواعـــد الكتلة بتقدير حجم الألواح الناتجة من نشر الكتل وتبنى على عينات مـــن الكتل تؤخذ أبعادها ثم تنشر ويقدر حجم الألواح الناتجة منها بالقدم اللوحى وتعمل

علاقـة بيـن كميـة الخشب الناتجة وكلا من قطر الكتلة وطولها أما بالطرق البيانية أو الرياضية وتبنى قواعد الكتلة على أساس الآتي:

١- القطر المستخدم هو القطر العلوي (الأصغر) للكتلة داخل القلف.

٢- أن الألواح الناتجة بسمك ١ بوصة.

قواعـــد الكتلة المبنيـة على الرسـوم البيانيـة:

وتبنى على أساس عمل رسم بياني للكتلة كالآتي:

ترسـم دوائـر تمـثل القطر العلوي للكتلة داخل القلف على أساس أن الكتلة عبارة عن أسطوانة ذات طول محدد وليكن ٨ قدم.

توضـع افتراضـات محـددة لكـل من سمك المنشار والانكماش وعرض اللوح وترسم الألواح على هيئة مستطيلات بسمك بوصة داخل القطر.

يحسب الحجم الكلي بالأقدام اللوحية للألواح الناتجة .

يقدر حجم الخشب الناتج من الأقطار المختلفة

يعدل الحجم بالنسبة للأطوال الأخرى على أساس النسبة والتناسب.

وتعتـبر قـاعدة Scribner أحسن القواعـد المبنية على الرسوم البيانية وهى مبنية عـلى أساس سمك ربع بوصة للمنشار والانكماش وبدون حد أدنى لعرض اللوح ولكتل يـتراوح قطـرها العلوي داخل القلف من ١٢-٤٤ بوصة وتتراوح أطوالها من ١٠-٢٤ قـدم. وقد حول كل من Pruce , Schumacher هذه القاعدة إلى معادلة ارتداد خطى تعطي الحجم المنشور المتوقع الحصول عليه بمعرفة القطر بالبوصات والطول بالأقدام وهي:

$$V = \frac{(0.79D^2 - 2D - 4) \times L}{16}$$

حيث D = القطر العلوي داخل القلف بالبوصات ، L طول الكتلة بالأقدام.

معـادلات الكتلة المبنية على القواعد الرياضيـة:

فـــي هـــده الطـــريقة تبـــنى معادلات الكتلة على أساس افتراض سمك معين للنشر وفيما يلي أهم هذه المعادلات:

قـــاعدة Doyle: وهى من أكثر المعادلات استخداماً وأقدمها والمعادلة المستخدمة لحساب حجم الخشب الناتج من نشر كتلة قياسية (١٦ قدم)هو:

$$V = (D - 4)^{\cdot}$$

حيث D: القطر العلوى للكتلة داخل القلف

القاعـــــدة الدوليـــــة:

وهي أكثر وأدق القواعد مستخدمة وقد وضعها Clark في عام ١٩٠٠ في كندا.

والمعادلـــة المســـتخدمة لحساب حجم الخشب الناتج من نشر كتلة قياسية على أساس أن سمك المنشار ٨/١ بوصة هى:

$$V = 0.88\,D^2 - 1.52\,D - 1.36$$

و يمكـــن إيجـــاد المـــتوقع عليه عند استخدام منشار سمكه ٤/١ بوصـــة بضرب الرقم الناتج × ٠,٩٠٥

تقـــــدير الأعمـــــار

تقديـــر الأعمـــار عمـــلية غيـــر ســـهلة وهناك ٣ طرق شائعة الاستخدام في تقدير الأعمار هي:

تقدير الأعمار على أساس المظهر الخارجي للأشجار.

تقدير الأعمار عن طريق عدد المحيطات الفرعية على الساق.

تقدير الأعمار عن طريق عدد الحلقات السنوية.

١- المظهـــر الخارجـــي

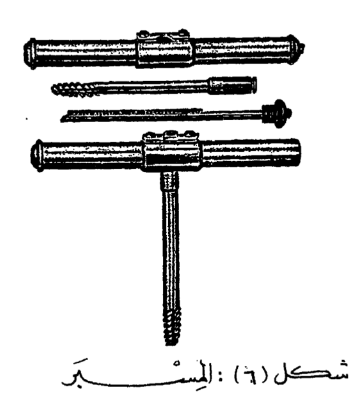
يمكـــن تقديـــر عمر الأشجار بالتقريب عن طريق المظهر الخارجي ومع الخبرة فإنه يمكـــن تقدير الأعمار في حدود خطأ لا يتعدى ١٥-٢٠% وهذه الطريقة عرضة لحدوث أخطاء كبيرة عند التقدير.

٢- المحيـــطات الفرعيـــــة

تســـتخدم هـــذه الطـــريقة مـــع بعض المخروطيات التي تنمو فيها الأفرع على هيئة محيـــط حـــول الساق الأصلي وفي مثل هذه الأنواع تتكون حلقة من الأفرع حول الساق الأصـــلي عند بداية موسم النمو كما في بعض الأنواع المخروطية مثل الأروكاريا وعلى ذلـــك فكـــل محيـــط من هذه المحيطات يمثل سنة من عمر الشجرة وبعد هذه المحيطات يمكن تقدير عمر الشجرة مباشرة.

٣- عن طريق الحلقات السنوية

تـــتكون الحلقة السنوية من جزء فاتح (خشب الربيع) وجزء غامق (خشب الصيف) وعـــلى ذلـــك يـــدل عدد هذه الحلقات على عمر الشجرة وفي حالة الأشجار المقطوعة يمكـــن عـــد الحـــلقات مباشرة من الخارج حتى مركز الكتلة أو العكس. أما في الأشجار القائمـــة فيســـتخدم لذلك جهاز يسمى المسير Increment borrer (شـــكل ٦) يتكون من اســـطوانة مجوفـــة تشبه المثقاب تلف حتى تدخل الشجرة وبعد التأكد من وصولها لمسافة أكـــبر مـــن ½ القطر تدار عكسياً فتنفصل اسطوانة الخشب الموجودة داخلها وتسحب إلى الخـــارج وتعـــد الحـــلقات الســـنوية على الخشب حتى مركز الشجرة ثم يغلق مكان أخذ العينة بعجينة بوردو لحمايتها من الإصابة بالفطريات.



شكل (٦) : المِسْبَر

تمـــرين:

قطعـــت شـــجرة وقسمت إلى ٤ كتل بطول ١٦ قدم وكتلة قمية طولها ١٨ قدم وكان عدد الحلقات السنوية كالآتي:

٨٠ حـــلقة عـــند قاعدة الشجرة (مكان القطع)، ٦٨، ٤٩، ٣٢، ٢٠ حلقة بقمة الكتل على الـــتوالي وكـــانت الأقطار المقابلة لها ٥٠ بوصة عند قاعدة الشجرة ، ٤٠ ، ٣٢ ، ٢٤ ، ١٨ بوصة عند قمة الكتلة على التوالي.

والمطـــلوب:

أولاً : حساب متى كانت الشجرة تنمو طولياً وقطرياً بأسرع وأقل ما يمكن.

ثانياً: الحجم الكلى للشجرة بالأقدام المكعبة.

المراجـــع

Husch, B., Miller, C. L., and Beers, T. W.1982: Forest mensuration.3rd Edition. .John Wiely and sons.Inc



الباب الخامس

زراعات الحماية البيئية

Environment Protection Plantations

الباب الخامس

زراعات الحماية البيئية

Environment Protection Plantations

مصـــدات الرياح والأحـــزمة الخضـــــراء

تعـرف مصـدات الـرياح بأنهـا عـبارة عـن صف أو عدة صفوف من الأشجار والشـجيرات تزرع حول الحقول الزراعية والمساكن والمباني الزراعية ومناطق الإنتاج الحيوانـي وغيـرها مـن أمـاكن الخدمات العامة لخفض سرعة الرياح وتقليل انجراف الأرض وخفـض الـبخر والنـتح وبالتالى زيادة محتوى الأرض المائي نظراً لانخفاض كـلاً مـن الـبخر والنـتح مما يؤدى في النهاية إلى زيادة المحصول بالإضافة إلى أنها ضـرورية لحمايـة المسـاكن والمـباني الزراعية ومناطق الإنتاج الحيواني وغيرها من أمـاكن الخدمـات العامـة كما أنها تعتبر مصدر أساسى للأخشاب بالإضافة إلى فوائدها البيئية المختلفة.

وتعـد اسكتلندا أول من سنت قانوناً إجبارياً لزراعة مصدات الرياح عام ١٤٥٧. وتبعها فـي زراعـة مصـدات الـرياح روسيا عام ١٨٣١ والولايات المتحدة عام ١٩٣٤ التى تغرس سنوياً ٣٠ ألف كم من مصدات الرياح.

أنواع مصـــدات الرياح

يمكـن تقسـيم مصـدات الـرياح بالمـناطق الجافة كما في مصر تبعاً للهدف من زراعتها إلى:

١-مصدات الرياح الحقلية Field windbreaks.

٢-مصـــدات الـــرياح حول مناطق الإنتاج الحيواني والمراعى Pasture and range windbreaks.

٣-مصدات الرياح حول مناطق الخدمات العامة Public facility windbreaks.

وفيما يلي وصف للنظام الأمثل لكل نوع:

مصدات الرياح الحقلية والبستانية:

الفوائد العامة لمصدات الرياح:

١ـــ خفــض ســـرعة الرياح أمام وخلف المصد. فلقد ثبت علمياً أن عمليات التبادل الغازى بيـــن النبات والهواء المحيط لا تتم إلا إذا كانت سرعة الرياح ١-٢ م/ث وعندما تتجاوز سرعتها ٣م/ث يبدأ حدوث أضرار على النباتات.

٢- تقـــليل الضـــرر الميكـــانيكي للرياح الشديدة سواء الباردة منها أو الساخنة والعواصف مـــثل حمايـــتها مـــن الرقاد أو الاقتلاع وحمايتها من سفى الرمال التى قد تجرح الأوراق وتعرضها للإصابة بالفطريات.

٣- حمايـــة الأزهـــار مـــن التســـاقط ورفـــع نسبة العقد في الثمار ومنع تراكم الأتربة في الأعضـــاء الزهرية التى تعيق من إخصابها. مما يفسر خفض انتاجية أشجار الزيتون في الساحل الشمالى في كثير من المواقع الغير محمية أو قوة الثمار الناتجة.

٤- تقـــليل الـــبخر مـــن الـــتربة والبخر من النبات المحمى وبالتالى الاقتصاد في ماء الرى وحماية النبات من الذبول ومنع تقلص المساحة الورقية.

٥ـــ حمايـــة الـــتربة خصوصاً الرملية من الانجراف والمحافظة على الطبقة الخصبة الغنية بالمادة العضوية لأن تعويض سمك بوصة واحدة من الأرض يستلزم ٣٠٠ عام.

٦- تثبيت التربة حول القنوات المائية ومنعها من الانجراف أو الانهيار بواسطة جذورها.

٧- تؤمـــن أشـــجار مصدات الرياح توفير مادة عضوية في التربة المحيطة بها وبعض منها يـــزيد مـــن رصيد النيتروجين الارضى بواسطة بكتريا الفرانكيا في الكازوارينا وغيرها

أو بكــتريا الريــزوبيام في معظم الأشجار البقولية. كل هكتار يثبت من ٥٠- ٣٠٠ كجم من النيتروجين/ عام.

٨- تقــليل درجــات الحــرارة المتطرفة (المرتفعة أو المنخفضة) في المناطق المحمية (أى حماية الأوراق من الاحتراق وكذلك من الأثر الضار للصقيع).

٩- حمايـــة مـــزارع الإنـــتاج الحيـــوانى أو مزارع الدواجن. حيث أن الإشعاع الشمسى أو درجـــات الحـــرارة العاليـــة تؤثر على مزاج وسلوك الحيوان كذلك فإن درجات الحرارة المنخفضـــة تســـتهلك جـــزء كبير من العلف في التدفئة على حساب إنتاج اللحم أو اللبن حيـــث ثبت أن النعاج قد فقدت ٢٠% من وزنها في بريطانيا بسبب الرياح الباردة.كذلك لوحظ زيادة إدرار اللبن في المزارع المحمية.

١٠- توفيـــر شـــكل جمـــالى فـــي الحقـــول ومنح الظل لتوفير الراحة النفسية للعاملين وقت الراحة والمحافظة على الأدوات أو المركبات أو الآلات من تراكم الأتربة.

١١- إنـــتاج الأخشـــاب واستخدامها في أغراض مختلفة سواء ألواح منشورة أو تحويلها إلى ألـــواح مـــن الخشـــب الحبيبى. وكذلك استخدام أوراق بعضها كعلف حيوانى في مواسم الجفاف.

يمكـــن زراعـــتها فـــي صورة أحزمة لحماية المناطق العامة والسكنية لحمايتها من الأتربة والرياح الشديدة ومنح لمسة جمالية لهذه المناطق.

١٢- يمكـــن زراعـــتها عـــلى جوانب الطرق الزراعية وطرق السيارات لمنح الظل وتثبيت التربة ومنح الراحة النفسية وتقليل الضجيج الصادر من الشاحنات أو المركبات.

كيفية تصميم مصدات الرياح:

للحصـــول عـــلى أقصـــى استفادة من المصد يراعى عند تصميم مصدات الرياح الحقـــلية أن تكـــون المسافة المحمية خلف المصد من ١٥-٢٠ مرة قدر طول الأشجار

ويـنعدم تأثيـر المصـد بعد ذلك ويصبح مشابه للمناطق المكشوفة مما يستدعي إقامة مصـد جديـد. وذلـك كما أوضحت الأبحاث في هذا المجال نظراً لأن النمو الطولى للأشـجار يكـون عـالى في الفترة الأولى من حياة الأشجار ثم يقل بعد ذلك ويتحول معظـم الـنمو إلى النمو القطري ولذلك فإن ارتفاع الأشجار عند ٢٠ سنة يؤخذ كدليل لطـول الأشـجار وإذا كان النوع المستخدم كمصد للرياح بالمنطقة تصل أشجاره إلى طـول ١٥ متراً عند عمر ٢٠ سنة فإن المسافة بين أي مصدين متوازيين عند استخدام هـذا الـنوع يجـب أن تـتراوح من ٢٢٥-٣٠٠ متر عند تصميم المصد. كذلك يجب تحديـد الكـثافة الـتاجية ويعد العامل الأساسى الذى يتوقف عليه تأثير المصد و مدى الخفـض فـي سرعة الرياح، و تعرف بأنها النسبة المئوية من مساحة المصد المغطاة بالتيجان وهذه تتأثر بعدة عوامل ستذكر فيما بعد.

فـي بعـض المـناطق التي تهب منها الرياح في اتجاه واحد خلال العام أو معظم السـنة يكـتفي بعمـل صفوف متوازية من الأشجار عمودية بقدر الإمكان على اتجاه الرياح (شكل١).

أمـا المـناطق التي تهب منها الرياح في اتجاهات مختلفة وأثناء العام يلزم إقامة صـفوف مـن المصـدات عموديـة على بعضها بحيث تحيط بالمنطقة المنزرعة كلها وتكـون المسافة بين أي مصدين متوازيين من ١٥-٢٠ مرة قدر طول الأشجار (شكل ٢).

يمكـن وجود أكثر من صف من الأشجار بالمصدات الخارجية. أما المصدات الداخلية تـتكون عـادة مـن صـف واحد. وللحصول على أحسن تأثير للمصد يجب أن تكون المصـدات عمودية على اتجاه الرياح ويقل التأثير مع تناقص الزاوية بين اتجاه الرياح والمصد حتى ينعدم تقريباً إذا كانت أقل من ٤٥°.

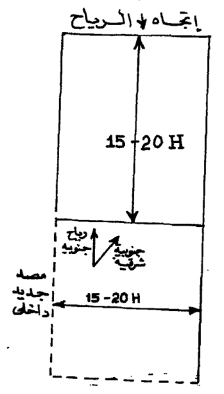
اتجاه الرياح رياح شمالية

المصد الخارجى

١٥ مرة قدر ارتفاع الأشجار

مصد جديد

شكل (١) مصد في منطقة تهب بها الرياح في اتجاه واحد



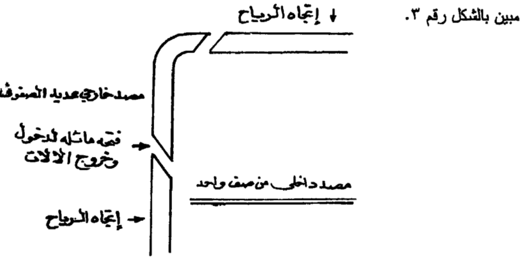
شكل (٢) : مصد فى منطقة تهب عليها الرياح فى اتجاهات متعدده

الشروط الواجب توافرها في المصد:

١- الاستمرارية:

يجـب عدم وجود فتحات بالمصد لأنها تؤدي إلى دخول تيار هواء عند الفتحة تفوق سـرعته السـرعة العاديـة لـلهواء بالمنطقة مما يسبب حدوث تعرية للأرض وضرر للمحاصيل عند الفتحة.

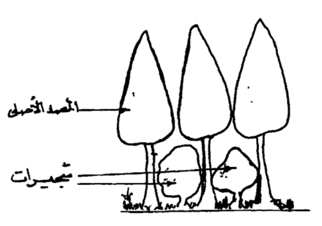
وتكـون الفـتحات اللازمة للدخول والخروج التي يزيد اتساعها عن ١٥ متراً في الجهات الـتي يهـب بهـا أقـل قدر من الرياح على مدار العام. أما في حالة المصدات العديدة الصـفوف فإنـه يمكـن عمل فتحات مائلة بالمصدات بحيث تمنع دخول الهواء كما هو مبين بالشكل رقم ٣.



شكل (٣): يوضح الفتحات المائله فى المصد الكثيف .

ب- انتظام الكثافة التاجية:

مـع تقـدم المصـد فـي العمـر تتساقط الأفرع السفلى من الأشجار نتيجة للتقليم الطـبيعى ممـا يـؤدي إلى وجود منطقة خالية اسفل التيجان تمر منها الرياح ولهذا يلزم فـي حالـة المصـدات الكبيرة العمر زراعة صف من الشجيرات أو الأشجار متوسطة الطـول بيـن أشـجار المصـد أو أمامها كما هو مبين بالشكل رقم ٤ وذلك لمنع مرور الهواء من المنطقة السفلى.

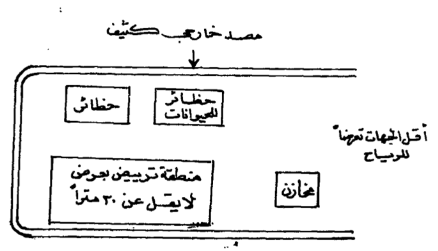


شكل (٤) :مقطع في أحد مصدات الرياح الشجرية وتظهر فيها الشجيرات في المناطق التي تخلو فيها أفرع أشجار المصد الأصلي .

٢-مصدات الرياح حول مناطق الإنتاج الحيواني:

فــي هــذا النوع من المصدات يكون الهدف خفض سرعة الرياح إلى أقصى حد ممكــن ولهــذا تفضل المصدات الكثيفة التي بها أكثر من صف. وأحسن تصميم للمصد هــو أن يكون على شكل حرفU على أن تكون الجهة المفتوحة التي تمر منها الحيوانات والآلات والعــلف هي أقل الجهات تعرضاً للرياح على مدار السنة، وفي المناطق الجافة حيــث توجــد الحيوانــات داخــل الحظائــر يفضل أن تعمل أماكن تظليل للحيوانات في الصــيف عــند خروجها من الإسطبلات بالمنطقة تكون المجاورة لها ويفضل أن تزرع بــأنواع مــن الأشــجار تصلح أوراقها لتغذية الحيوانات وأن تكون متساقطة حتى تسمح بالتظــليل فــي الصيف وبمرور أشعة الشمس في الشتاء ويجب زراعة هذه المنطقة مع بدايــة إنشــاء الإســطبلات حتى تتمكن الأشجار من بلوغ طول كافي لا يمكن الحيوانات مــن أكــل قممهــا حــتى لا تتفرع وتسبب صعوبة في حركة الحيوانات. يجب أن تكون المســافة بيــن الأشــجار وبعضــها بمنطقة الترييض واسعة بدرجة تكفي بحرية الحركة

لـــلحيوانات وعـــادة تكـــون المسافة بين الأشجار فى منطقة التظليل أكبر ٣ متر وأحسن الأنـــواع الممكن استخدامها بمصر هي التابعة لجنس الحور .Populus sp خاصة مجموعة الحـــور الأســـود حيث أنها متساقطة وذات نمو قمي بالإضافة إلى أن أوراقها ذات قيمة غذائية ومستساغة من الحيوانات. ويبين شكل ٥ تصميم لأحد هذه المصدات.



شكل رقم (٥) : يوضح نموذجاً لأحد مصدات الرياح لحماية مزارع الإنتاج الحيواني.

٣-مصدات الرياح حول مناطق الخدمات العامة:

وهـــي تشـــمل مصدات الرياح التي تزرع على جوانب طرق المواصلات والسكك الحديديـــة والـــترع والمصارف وغيرها. في هذا النوع من المصدات لا يوجد نظام معين لتصميم المصد ولكن يراعى الآتي:

١- عـــدم تداخـــل الأشـــجار مع المكان المراد حمايته فمثلاً في حالة الطرق الضيقة لا ينصـــح بالـــزراعة على جانبي الطريق لأن تيجان الأشجار قد تتداخل مع بعضها وتسبب خفض في شدة الإضاءة.

٢- توجه العناية أكثر إلى عدم وجود فتحات بالجزء السفلي من المصد خاصة إذا كان الهدف هو حماية الأرض أساساً وفي مثل هذه المصدات يكون الاهتمام بطول الأشجار أقل لعدم الحاجة إلى حماية مسافات عريضة.

٣- إذا كان الهدف هو حماية المساكن يجب إقامة المصدات على مسافة لا تقل عن ٥٠ متر لأقرب مسكن خاصة في المناطق الحارة حيث يسبب المصد رفع درجة الحرارة عدة درجات خلفه مما يؤدي إلى الإحساس بالحرارة في فصل الصيف.

٤- عند حماية المناطق السكنية يراعى أن تكون الأشجار ذات قيمة جمالية بالإضافة إلى توفير الحماية للمكان.

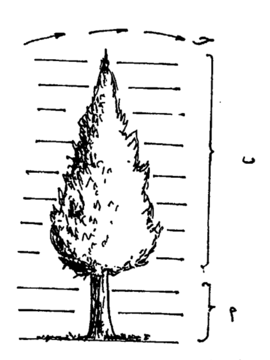
وفي هذا النوع من المصدات يكتفي عادة بصف واحد من الأشجار يزرع على أحد جوانب أو جانبي المنطقة المراد حمايتها.

التأثيرات البيئية لمصدات الرياح

تؤثر مصدات الرياح على سرعة الهواء ودرجة الحرارة والبخر وغيرها من العوامل البيئية في المنطقة المحمية خلف المصد مما يؤدي إلى وجود مناخ دقيق Microclimate بالمنطقة المحمية يختلف عن المناخ العام بالمنطقة.

التأثير على سرعة الرياح:

يؤدي وجود مصدات الرياح إلى خفض في سرعة الرياح في المنطقة المحمية خلف المصد وقد يصل هذا الخفض في بعض الأحيان إلى ٧٥% من السرعة الأصلية حيث تبلغ سرعة الرياح عند أقصى خفض لها ٢٥% من سرعتها الأصلية وبدراسة ما يحدث للرياح عند اصطدامها بأشجار المصد نجد الآتي كما هو موضح بشكل ٦.

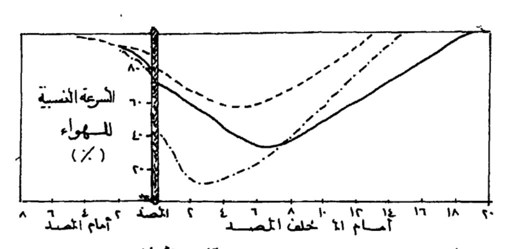


شكل (٦) : سلوك الرياح عند إصطدامها بالمصد .

يمر جزء من الرياح أسفل التاج في المنطقة (أ) الخالية من الفروع مع تغير بسيط في سرعته بينما يمر الجزء الأكبر خلال التاج الذي يعمل كمرشح Filter يؤدي إلى انخفاض شديد في سرعته في هذا الجزء ويمر جزء آخر بسيط أعلا التاج والمحصلة النهائية لذلك انخفاض في سرعة الرياح خلف أشجار المصد وقد وجد من الدراسات أن المسافة المحمية خلف المصد تتحدد أساساً بطول الأشجار بينما يتوقف مدى الخفض في سرعة الهواء على الكثافة التاجية وأن المسافة المحمية خلف المصد تتراوح من ١٥-٢٠ مرة قدر ارتفاع أشجار المصد بينما يتوقف المدى الذي يحدث عنده أكبر خفض على الكثافة التاجية. والخفض في سرعة الرياح لا يبدأ خلف المصد ولكن يبدأ من أمامه بمسافة تتراوح من ٤-٦ مرات قدر ارتفاع الأشجار. تفضل المصدات المتوسطة الكثافة بالنسبة للمحاصيل الحقلية أما بالنسبة لمحاصيل الفاكهة. تفضل المصدات الكثيفة.

وبدراسة ما يحدث للهواء عند الارتفاعات الأعلى والتي توجد عليها محاصيل الفاكهة وجد أن تأثير المصدات الكثيفة كان أفضل وعلى ذلك.

ويجب عدم زيادة كثافة المصدات بدرجة شديدة لأنه في حالة مصدات الرياح الكثيفة جداً تحدث دوامات هوائية تسبب أضرار للمحصول كما هو موضح بالشكل رقم ٧.



المسافة مقدره بعدد مرات قدر ارتفاع الأشجار

شكل (٧) : سلوك حركة وسرعة الهواء خلف وأمام مصدات الرياح مختلفة الكثافات.

العوامل التي تحدد الكثافة التاجية:

كما ذكرت من قبل فإن الكثافة التاجية هى النسبة المئوية من مساحة المصد المغطاة بالتيجان و يمكن التحكم في الكثافة التاجية عن طريق عدة عوامل هي:

١- المسافة بين الأشجار وبعضها:

تتحدد الكثافة التاجية خاصة في المصدات المكونة من صف واحد بالمسافة بين الأشجار وبعضها فكلما زادت المسافة بين الأشجار عن حد معين لا يسمح بتلاصق التيجان انخفضت الكثافة التاجية وعلى هذا يمكن التحكم في الكثافة التاجية للمصد عن طريق التحكم في المسافة بين الأشجار.

٢- نظام الزراعة:

عـند وجـود مصد به أكثر من صف فإن زراعة الأشجار بحيث تكون متـبادلة مـع بعضها في الصفوف (شكل رقم ٨ب) يكون أكثر كفاءة في خفض شـدة الرياح عما لو زرعت الأشجار متقابلة مع بعضها في صفوف(الزراعة في أركـان مـربعات أو مسـتطيلات) (شكل ٨ أ) أي هواء يمر بين أشجار الصف الأول في الطريقة المتبادلة سيقابله أشجار الصف الثاني.

X X X X X
X X X X X
X X X X X

شكل (٨ أ): نظام زراعة الأشجار متقابلة في الصفوف

X X
X X
X X

شكل (٨ ب): نظام زراعة الأشجار متبادلة في الصفوف

٣-العـــمر:

يؤثر عمر الأشجار على كلاً من المسافة المحمية والكثافة التاجية كالآتى:

أ-علاقة العمر بطول الأشجار وبالتالي علاقته بالمسافة المحمية.

ب- علاقة العمر بالكثافة التاجية.

نجـد أن الأشـجار فـي بداية حياتها تكون ذات تيجان صغيرة وتنمو حتى تتلاحم وبعد سـن معيـن تبدأ الفروع السفلى في الموت وتكوين فتحات في الجزء السفلي من المصد، وعـلى ذلـك تزداد الكثافة التاجية مع العمر حتى السن الذى تبدأ بعده الفروع السفلى في المـوت ممـا يسـتدعي زراعـة صف من الشجيرات أو الأشجار الصغيرة بين أشجار المصد أو أمامها لمنع مرور الهواء من الفتحات التى تكونت أسفل التاج.

٤-الظروف البيئية:

كـلما كـانت الأرض جيدة مع توافر المياه والظروف البيئية الملائمة كلما نمت الأشجار إلى أحجام أكبر وبالتالي تزداد الكثافة التاجية.

٥- الكثافة التاجية للنوع:

كلما كان النوع المستخدم ذو تيجان كثيفة كلما كان تأثيره أكبر على خفض سرعة الرياح أثناء مرورها من التاج.

تأثير المصدات على رفع درجة الحرارة خلف المصد:

وجد أن مصدات الرياح ترفع درجة الحرارة خلف المصد حيث ترتفع درجة الحرارة أثناء النهار خاصة في المناطق الجافة وقد وجد من التجارب أن هذه الزيادة بلغت ٥-٩°م في المنطقة القريبة من المصد وحتى مسافة تبلغ ٤ مرات قدر ارتفاع المصد ثم تنخفض درجة الحرارة بعد ذلك عند المسافات البعيدة، كما وجد في بعض الحالات زيادة في درجات الحرارة أثناء الليل وصلت إلى درجة واحدة مئوية.

وتأثير المصدات المفتوحة أو المتوسطة الكثافة على رفع درجة حرارة الهواء أثناء النهار أقل من تأثير المصدات الكثيفة لأن الأخيرة تمنع حركة الهواء أكثر مما يؤدي إلى زيادة تسخينه بواسطة أشعة الشمس.

وتأثير المصد على درجة الحرارة في المنطقة المحمية قد يكون مفيد أو ضار تبعاً للمحصول والموقع ومدى الزيادة في درجة الحرارة وموقع أشجار المصد بالنسبة للشمس ووقت اليوم وارتفاع أشجار المصد وكثافته.

وعلى سبيل المثال في المحاصيل العالية الاحتياجات الحرارية كالذرة نجد أن وجود المصدات بالمناطق الشمالية تؤدي إلى زيادة درجة الحرارة وتحسين النمو بينما في المناطق الجنوبية التي تتعرض للشمس قد تؤدي إلى احتراق الأوراق. وفي المحاصيل الشتوية التي تنضج مبكراً نجد أن رفع درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة النمو.

تأثير مصدات الرياح على كمية البخر:

أوضحت الدراسات أن البخر ينخفض بدرجة كبيرة في المنطقة المحمية خلف المصد نتيجة انخفاض حركة الهواء وقد يستمر الانخفاض إلى مسافة حوالي ٢٤ مرة قدر طول أشجار المصد.

وقد وجد أن الانخفاض في البخر يكون أعلا ما يمكن في الصيف والخريف ومتوسط في الربيع وأقل ما يمكن في الشتاء.

وقد وجد أن مصدات الرياح تؤدي إلى خفض البخر أثناء الري بالرش كما تقلل البخر من المياه بالخزانات والمجارى المائية، وهناك تلازم بين مدى الانخفاض في البخر وكثافة المصدات فالمصدات المنفذة خاصة في الجزء السفلي منها أقل كفاءة في خفض البخر عن المصدات الكثيفة.

ويرجع الانخفاض في كمية البخر إلى أسباب عديدة ومن أهمها أيضاً زيادة الرطوبة الجوية خلف المصد بكمية تتراوح ما بين ٢-٤% عن المناطق المكشوفة والتى بدورها تؤدى إلى تقليل النتح من النباتات.

تأثير مصدات الرياح على كمية المحصول:

أوضحت معظم الدراسات أن هناك زيادة في المحصول الكلي خلف المنطقة المحمية بالمصد عنها في المناطق الغير محمية. ويجب عند حساب الزيادة في المحصول حساب النسبة المئوية من مساحة الحقل الكلية المشغولة بالمصد وتعديل النسبة المئوية للزيادة.

وعلى ذلك فإن مصدات الرياح المكونة من صف واحد أو أثنين والتي تشغل نسبة لا تزيد عن ٣-٥% من مساحة الحقل الكلية هي الأحسن في تأثيرها

ونـــتيجة لاخـــتلاف الأراضـــي والمحاصـــيل والظـــروف المناخية وطرق الدراسة وغيـــرها، هـــناك اخـــتلاف فـــي الاستجابة للمحاصيل من منطقة لأخرى وقد أوضحت الدراسات ما يلي:

١- نظـــراً لأن مصـــدات الرياح تؤثر على العوامل المناخية فمن المتوقع أن يكون لها تاثير على المحصول.

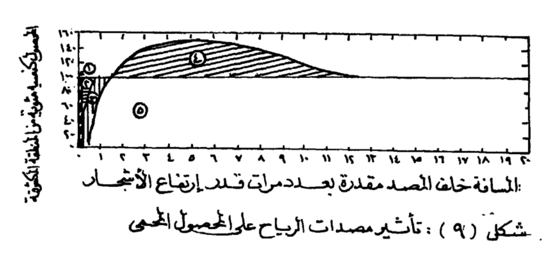
٢- نوع المحصول له علاقة كبيرة بمدى فاعلية المصد.

٣- الـــتأثير النســـبي للمصـــد معبراً عنه كنسبة مئوية من المناطق المكشوفة يكون أكثر وضـــوحا فـــي الســـنوات ذات المناخ القاسي على الرغم من وجود هذا التأثير أيضاً في السنوات الجيدة.

٤- المصـــدات التي تمثل نسبة قليلة من مساحة الحقل الكلية لا تتعدى ٣-٥% هي التي تسبب زيادة حقيقية في المحصول الكلي.

٥- مـــنطقة تأثيـــر المصـــد عـــلى المحصـــول تصل إلى حوالي ٢٠ مرة قدر ارتفاع الأشـــجار مـــع حدوث أقصى تأثير على مسافة لا تتعدى ٨ أمثال الارتفاع وتختلف هذه المسافة تبعاً للكثافة التاجية.

ويـــبين الشـــكل رقـــم (٩) استنتاج عام لتأثير المصد على كمية المحصول مع ملاحظة أن النسبة المئوية للزيادة تختلف من محصول لآخر.



شكل (٩) : تأثير مصدات الرياح على المحصول المحمي

من الشكل يمكن استنتاج الآتي:

أ- تأثيرات موجودة في الحقل المحاط بمصدات رياح والحقل المفتوح:

(١) مشاية (غير مزروعة).

(٢) فقد طبيعي في المحصول نتيجة الحواف.

(٣) المحصول الطبيعي بالحقل.

ب- تأثيرات نتيجة وجود المصد:

(٤) فقد للمحصول في المنطقة المجاورة للأشجار نتيجة التنافس ولأسباب أخرى وهذا يمتد حتى ١-١,٥ مرة قدر ارتفاع الأشجار.

(٥) الزيادة في المحصول نتيجة تأثير المصد.

جـ- الزيادة الصافية= (٥) - (٤)

الاختلافات في تأثير المصد خلال فترة حياته:

لا يوجد تأثير المصد عند بداية زراعته ويصل تأثيره أقصى ما يمكن عند تلاحم التيجان والوصول إلى الطول المستخدم في التصميم. وخلال الفترة الأولى من حياة المصد تكون الأرض مشغولة فقط بالأشجار ويبدأ تأثير المصد في الزيادة تدريجياً حتى تصبح الزيادة الناتجة في كمية المحصول مساوية للمساحة المشغولة بواسطة الأشجار وعند تلاحم التيجان يزداد تأثير المصد تدريجياً حتى يصل إلى أقصى ما يمكن ثم يبدأ في التناقص تدريجياً نتيجة تساقط الأفرع السفلى.

الصفات الواجب توافرها في الأشجار المستخدمة كمصدات رياح:

١- أن تكون مستديمة الخضرة حتى تعطي التأثير المطلوب على مدار السنة.

٢- أن تكون ذات مجموع تاجي كثيف ومقاوم لفعل الرياح.

٣- أن تكون ذات مجموع جذري قوي حتى لا تقتلع بفعل الرياح.

٤- ألا يكـون لها تأثير سيئ على الموقع أو تكون عائل لبعض الأمراض أو الحشرات أو النيماتودا التي تصيب المحاصيل الموجودة بجانبها.

٥- تكون سريعة النمو.

٦- تتحمل وتناسب ظروف التربة والمناخ المراد زراعتها فيها.

٧- لا تـتكاثر بسـهولة بالخـلفات أو السـرطانات التى قد تتحول إلى حشائش عنيدة يصعب السيطرة عليها.

التأثيرات الضارة لمصدات الرياح:

١- التـنافس بيـن أشـجار المصـد والمحصول على العناصر الغذائية والماء في المنطقة المجـاورة للمصـد وهـذا التأثير يصل إلى مسافة لا تتعدى ٠,٥ - ١ مرة قدر ارتفاع أشـجار المصـد. ويمكـن تـلافى ذلك بعمل خندق بين أشجار المصد والمحصول لمنع امتداد جذور الأشجار جانبياً ومنافسة المحصول.

٢- بعـض المحاصـيل الحساسة للظل مثل القطن والذرة يحدث نقص في كمية المحصول فـي المـنطقة المجاورة للمصد نتيجة التظليل ويمتد هذا التأثير حتى مسافة ١-١,٥ مرة قدر ارتفاع أشجار المصد.

٣- أشـجار المصـد تكـون ملجأ للطيور التى تهاجم المحاصيل وخاصة محاصيل الحبوب وتسـبب خسـائر كـبيرة بهـا ويمكن التغلب على ذلك بمعاملة الطيور بالمواد الكيميائية وإسقاط أعشاشها.

٤- الـتاثيرات الأليـلوباثية أو تسـمى التأثيرات المضادة Allelopathic effects نجد أن جـذور الأشجار وكذلك الأوراق والقلف والثمار تفرز مواد كيميائية تنتشر مع ماء الرى وتسـبب عـدم إنـبات أو تقليل بذور الأنواع الأخرى حولها أو حتى نفس نوعها وأيضاً تـؤدى إلى تقـليل الـنمو للنـباتات الـنامية حولهـا وهناك مواد كيميائية أخرى أهمها الفيـنولات بالإضـافة إلى التانيـنات والزيوت الأساسية essential oils كما في الكافور وأحمـاض عضـوية مـثل السلسـيلك في عائلة Salicacea وكذلك زيادة تراكم الأملاح وغيـرها موجـودة بـتركيز اكـبر فـي الأوراق والقلف عن الخشب ويزيد تركيز هذه الكيماويـات عندما تصل الأوراق إلى مرحلة الشيخوخة وعند سقوطها وباختلاطها بماء الـرى تـذوب أغـلب المـواد الفينولية بالماء ويصبح لها تأثير سلبى على إنبات البذور وعـلى الكائـنات الحيـة الدقيقـة المفيـدة والعمليات الفسيولوجية مثل التنفس والتمثيل الضـوئى وعـلى معـدلات النمو للنباتات المزروعة بجوار الأشجار. وهذه الكيماويات المضـادة يختـلف تركيـزها حسـب النوع الشجرى وأيضاً تختلف بين الأصناف داخل الـنوع الواحـد فمثلاً أنواع الأشجار تحت جنس الكافور تزيد فيها كمية هذه الكيماويات المضـادة عن أنواع كثير من الأشجار مثل الكازوارينا أو الأكاسيا وداخل جنس الكافور نجـد مـثلا أن الكافور الليمونى يزيد فيه هذه الكيماويات عن الكافور البلدى ولتقليل هذه الـتأثيرات يجـب كنس أو جمع أوراق الأشجار المتساقطة وقبل اختلاطها بماء الرى أو تحسـين عمـليات الصرف من وقت لآخر ويجب اختبار النوع أو الصنف المناسب الذى تقل فيه هذه الكيماويات.

تجديد المصدات:

فـي المصـدات الكـبيرة العمـر يلزم إزالة الأشجار وعمل مصد جديد ويجب البدء في عمـلية زراعـة أشجار المصد الجديد قبل إزالة الأشجار الكبيرة بفترة لا تقل عن ٣-٤

سـنوات لضـمان وجـود نـوع من الحماية عند إزالة المصد ويفضل زراعة الأشجار الجديدة أمام المصد الأصلي أو بين أشجاره تبعا لظروف المنطقة.

أيضـا فـي المصـدات التي تحيط بالحقل من جميع الجهات يفضل عدم إزالتها كلها في وقـت واحـد ولكـن تزال بالتدريج على أن يحل محل المصد المزال مصد جديد وذلك حتى لا تتكشف المنطقة مرة واحدة.

وفى حالـة المصـد المكون من صفين يتم قطع صف واحد ويترك الآخر وتزرع أشجار الصـف الجديد وعندما تصل إلى السن المناسب القادر على أداء عملها يتم قطع الصف الكبير السن وزراعة البديل وهكذا.

الأنواع التى تستخدم كمصدات للرياح:

هناك أنواع من الأشجار والشجيرات تصلح كمصدات للرياح ومن أمثلتها:

أشجار الكافور *Eucalyptus sp.*

أشجار الكازوارينا *Casuarina sp.*

الاثل (العبـل) *Tamarix sp.*

السرو *Cupressus sp.*

ومـن الشـجيرات الـتى تسـتخدم هذا المجال أنواع من جنس الأكاسيا *Acasia sp.* وتسـتخدم لـلحماية السـفلى بالإضـافة الى البروسوبس *Prosopis sp.* والباركينسونيا *Parkinsonia sp* والـ *Leucaena lucocephala*

تثبيت الكثبان الرملية

تتكون الكثبان الرملية المتحركة من حبيبات رمل منقولة ومترسبة بواسطة الرياح

منشأ الكثبان الرمليـة:

تقسـم الكثـبان الرمـلية تـبعاً لمنشـأها إلى كثبان ساحلية وفيها يكون مصدر الرمال الـتيارات الـبحرية التى تنقل الرمال إلى الشاطئ (نتيجة عمليات المـد والجزر) التى

تـتجمع لـتكون الكثبان الرملية وعندما يكون مصدر الرمل من الأراضى الداخلية فإنها لتسمى كثبان داخلية أو قارية.

أنواع الكثبان الرملية:

تتشـكل الكثـبان الرمـلية ويعـاد تشكيلها بواسطة الرياح ولكن تبقى في أشكال محددة يمكن تقسيمها إلى ٣ أنواع هى:

١- الكثـبان الهلاليـة crecent dunes أو الـبرخان وهذا النوع من الكثبان يتكون بالمناطق التى بها اتجاه واحد سائد للرياح.

٢- الكثـبان الطوليـة (كثبان السيف) وهى تتكون بالمناطق التى بها اتجاهين للرياح أو لها اتجاه واحد رئيسى ينقسم نتيجة العوائق الطبوغرافية.

٣- الكثـبان الـنجمية: وهى لا يوجـد بهـا اتجـاه سائد للرياح على مدار العام (أكثر من اتجاهين) وكل نوع من هذه الكثبان له ٣ مستويات من التركيب هى:

أ- الصورة البسيطة Simple من الكثبان (كثبان فردية هلالية)، طولية ، نجمية).

ب- الصـورة المركـبة Composed form وهى تـتكون مـن وحدات من نفس النوع تتجمع في أعداد اكبر وأحجام مختلفة.

جـ- الصـورة المعقدة: وهى تجمع لأنواع وأحجام مختلفة من الكثبان الرملية نتيجة تواجد بجانب بعضها أو زحف بعضها فوق البعض الآخر.

وفيما يلى وصف بسيط لكل نوع من الأنواع السابقة.

الكثـبان الهلاليـة: تشمل عائلة الكثبان الهلالية البرخانات والكثبان الرملية التى تشبه القطع الناقص وتتميز بالآتى:

أ- وجــود وجهيــن للكثيب أحدها طويل ذات انحدار بسيط وهذا الجانب المواجه للرياح وهــو الجهــة التى يحدث بها ترسيب أو هجرة للرمال والجانب الواجهة أو الجبهة وهو وجه انسيابى شديد الانحدار ويترسب الرمل على هذا الجانب.

ب- وجــود قمة نشطة وهى نقطة التقاء الجانب المواجه للرياح مع الجبهة والتى تكون الأسطح الثنائية.

وتــتقدم الكثــبان الهلالية (البرخان) إلى الأمام في اتجاه الرياح نتيجة انهيار الرمل اسفل الجبهة ويتراوح معدل تقدم هذه الكثبان من ٥-٣٠ متر سنوياً.

٢- الكثبان الطولية أو كثبان السيف:

وهــذه قــد يصــل طولها إلى عدة مئات من الأمتار في الارتفاع وعدة مئات من الكيلو مــترات فــي الطــول والكثيب المتوسط يصل إلى حوالى ٤٠ كم في الطول، ٥٠-١٠٠ مــتر فــي الارتفــاع وتنــتج هــذه الكثبان نتيجة رياح قوية عمودية على اتجاه الرياح الأصلية.

وعــلى هــذا يــتحرك رمــل الكثيب موازى لمحور تجمع الرمل الذى يزداد في الطول باستمرار عن طريق الترسيبات الرملية.

٣- الكثبان النجمية:

تــتكون الكثــبان الــنجمية نــتيجة وجود رياح من عدة اتجاهات ويكون شكلها عادة هــرمى ولهــا ٣ أذرع أو أكثر ممتدة حتى القمة وأحد مميزات هذه الكثبان هو الانحدار الشــديد لأذرعهــا مــن القمــة إلى القاعدة وهى كثبان متحركة تغير أذرعها فقط مكانها وطولها.

ويوجد نوع من الكثبان يسمى الكثبان العرضية وهو ينشأ نتيجة التحام الجهات المواجهة للرياح للكثبان الهلالية أو البرخان مع بعضها مكونة انحدارات عمودية على اتجاه الرياح السائدة وينشأ هذا النوع نتيجة وجود عائق طوبوغرافى بالمنطقة.

تثبيت الكثبان الرملية:

المبدأ العام في تثبيت الكثبان الرملية هو أنه مهما استخدمت طرق ميكانيكية أو كيميائية فإنها تصبح غير فعالة بعد مدة إذا لم يتم زراعة كساء خضرى.

التثبيت المؤقت:

تحتاج الكثبان الرملية المتحركة إلى نظم ميكانيكية أو معاملات كيماوية لحماية البادرات من الاحتكاك بالرمل بفعل الرياح.

التثبيت الميكانيكى:

يتم التثبيت الميكانيكى بواسطة الأسيجة وتستخدم فيها أى مادة نباتية موجودة بالمنطقة وفى المناطق التى تهب منها الرياح ويجب ألا يزيد طول هذه الأسيجة عن ٩٠سم فوق سطح الأرض حيث أن معظم الرمال المنقولة تكون في طبقة الـ ٣٠ سم السطحية كما يجب أن تكون منفذة حتى تسمح بتجمع الرمال خلف السياج وفى حالة وجود رياح متعددة تهب في اتجاه مختلف عن الاتجاه السائد للرياح تعمل مربعات من الأسيجة وعادة تتراوح المسافة بين أى سياجين متوازيين من ٣–١٥ متر حسب اتجاه وشدة الرياح.

وهناك أنواع مختلفة من الاسيجة تبعاً للغرض من استخدامها فهناك الأسيجة المجمعة للرمال والاسيجة المحولة للرمال والتى قد تكون ألواح من الصاج وهكذا ويختلف تركيب السياج تبعاً لسرعة الرياح ففى المناطق التى بها رياح متوسطة السرعة يكتفى

بـــربط الأعـــواد أو ســـعف الـــنخيل بحـــبل وفى المناطق المعرضة لرياح شديدة تقوى الأسيجة اكثر بترتيب الأعواد مائلة في اتجاهات مختلفة.

أيضـــاً يشمل التثبيت الميكانيكى استخدام شبك من البلاستيك لتغطية سطح الكثبان ومنعها من الحركة.

التثبيت الكيماوى:

ويتم أما بواسطة البترول الخام أو المواد الكيماوية

تســـتخدم الطـــرق الكيماويـــة على نطاق كبير في عدد من الدول خاصة المنتجة للبترول وأهم أنواع المواد الكيماوية المستخدمة هى:

الزيوت الثقيلة مثل البيوتومين.

الشموع.

الزيت الخام.

المنتجات الكيماوية.

وهـــذه المـــواد باستثناء الزيت الخام تستخدم على نطاق غير واسع في تثبيت الكثبان في المناطق الجافة

التثبيت المستديم:

الطـــريقة الوحيـــدة الفعالـــة لتثـــبيت الكثبان الرملية هى التثبيت البيولوجى باستخدام النـــباتات وعادة يتم التثبيت باستخدام الأشجار والشجيرات والأعشاب وتستخدم الأعشاب في الكثبان الساحلية المجاورة للشاطئ.

وعـــادة تـــبدأ عمـــلية التثبيت بعد انتهاء عملية التثبيت المؤقت.ولبدء عملية التثبيت يجب الانـــتظار حتى تسقط أمطار تكفى لابتلال وتشبع الطبقة السطحية وتستمر عملية التثبيت

إلى قـبل انـتهاء المطر بفترة بسيطة وعلى ذلك بمصر تتم عملية تثبيت الكثبان الرملية في الفترة من ديسمبر- مارس وهى فترة سقوط الأمطار.

الأنواع المستخدمة في التثبيت:

يجب أن تتوفر في الأنواع المستخدمة في تثبيت الكثبان الرملية الصفات الآتية:

أ- تحمل ومقاومة الجفاف

ب- يجـب أن تـتميز هذه الأنواع بمجموع جذرى قوى يمكن أن يمتد داخل التربة حتى يصل إلى الطبقات الرطبة.

جـ- يجـب أن يكـون له القـدرة على النمو تحت ظروف الكثبان التى لا تتوفر بها العناصر الغذائية ولهذا تفضل الأنواع البقولية التى لها القدرة على تثبيت الكثبان.

د- تحمل الرياح

وتوجـد أنـواع من الأشجار والشجيرات تستخدم في تثبيت الكثبان الرملية واهم الأنواع المستخدمة بمصر هى:

*Prosopis juliflora*و*Acacia tortilis* و*Acacia saligna*

وهـذه الأنـواع بقوليـة لهـا القـدرة على تثبيت النيتروجين كما أن أوراقها مستساغة للحيوانات وبها نسبة عالية من البروتين الخام وتصلح قرونها أيضاً للتغذية.

الإثل *Tamarix articulata*

القطف *Atriplex sp* ومعظم أنواع القطف أنواع تستخدم كأعلاف.

الخروع *Ricinus communis*

السيسال *Agava sissal*

Parkinsonia aculeata

وعادة يبدأ التثبيت من بداية ذيل الكثيب ويستمر إلى أعلا حتى يصل للقمة.

المراجـــــــــــع:

- طـلعت عـبد الحميـد عمران (دكتور) محاضرات في إنتاج شتلات الأشجار الخشبية وتشجير المناطق الجافة.

- مـنظمة الأغذية والزراعة ١٩٩٣،مقاومة التصحر بالسودان - ولاية دارفور إعداد د/ طلعت عبد الحميد عمران.

- مـنظمة الأغذيـة والـزراعة ١٩٩٦،مقاومـة التصحر باليمن. إعداد د/ طلعت عبد الحميد عمران.

- جهاز شئون البيئة ، ١٩٩٧ ، الخطة القومية للتشجير (د/ طلعت عمران وآخرون) .

الباب السادس

النمو فى الأشجار

الباب السادس

النمو فى الأشجار

تعتبر الأشجار من النباتات المعمرة وقد يتجاوز البعض من أنواعها ٥٠٠٠ عام فى العمر. ونمو الأشجار يمضى فى سلسلة من المراحل ابتداء من إنبات البذرة لإنتاج البادرة حتى ما بعد النضج.

والنمو هو الزيادة الطبيعية فى عدد الخلايا والأنسجة وإن كان معدله يختلف حسب مراحل النمو حيث نجده يكون ذا معدل سريع فى السنوات الأولى من عمر الشجرة ثم يبدأ هذا المعدل فى التناقص التدريجي.

وقد تم تقسيم النمو عموما" على عدة أسس منها الأساس البيولوجي وفيه يقسم النمو إلى نمو خضرى Vegetative growth ونمو تكاثرى Reproductive growth وقد يقسم أيضا" على أساس التركيب التشريحى والظاهرى إلى نمو أولى primary growth ونمو ثانوى secondary growth

وسوف نتناول هنا ببعض من التفصيل كل من النمو الأولى والنمو الثانوى من الناحية التشريحية.

النمو الأولى والثانوي في الأشجار

النمو الأولي Primary growth:

هو كل النموات الطرفية والجانبية الناتجة عن المرستيمات القمية وعلى الرغم من أن المرستيمات القمية في كل النباتات الوعائية لها نفس الوظائف إلا أنها تختلف في ترتيبها وتنظيمها في المجموعات المختلفة، حتى في بعض النباتات الغير وعائية مثل بعض الطحالب التي تنمو نتيجة تركيز نشاط الانقسام في الخلية الطرفية للثالوث، وفي معظم النباتات البدائية مثل الحزازيات القائمة والحزازيات المنبسطة والسراخس يحدث النمو الابتدائي نتيجة وجود خلية طرفية كبيرة الحجم مثلثة الشكل توجد في قمة الفروع والجذور، وفي بعض النباتات الوعائية اللازهرية Lycopsida لا توجد خلية

طرفية واحدة ولكن توجد مرستيمات في كل من الفروع والجذور عبارة عن مجموعة مرتبة من الخلايا الجنينية ويوجد تركيب مشابه لذلك في معراة البذور Gymnosperms ومغطاة البذور Angiosperms .

المرستيمات القمية للأفرع والسيقان:

وضـــع العـــالم Schmidt سنة ١٩٢٤ نظرية الــغلاف والبدن Tunica – corpus التي توضح التركيب العام للمرستيمات القمية للأفرع في مغطاة البذور.

وتـــتكون مـــنطقة الــغلاف Tunica من طبقة من الخلايا تمتد عبر المنطقة القمية (نتيجة تفــوق الانقســـامات العمودية anticlinal divisions حيث تتزايد من صف إلى أثنين إلى ثلاثـــة......الـــخ)، بينما تتكون منطقة الــ Corpus من كتلة داخلية من الخلايا لا توجد في طبقات وتتكون نتيجة انقسام الخلايا في اتجاهات متعددة.

وفـــي معظـــم معـــراة البذور Gymnosperm فإن نظام الطبقات في منطقة الـــ Tunica غير موجود، لذلك فهي لا تخضع لهذه النظرية.

وقـــد لاحـــظ Sachs أن هـــناك نظامـــا للطبقات في قمم أفرع الشوح *Abies pectinata* يمكن تشبيهها بمجموعة من منحنيات قطع ناقص أسفل قمة المرستيم تماماً.

كمـــا وجـــد Foster ســـنة ١٩٣٨ أن هناك ٥ مناطق محددة في قمة نبات الجنكوتتكشف إلى مناطق مرستيمة هي:

١- المجموعة القمية Apical Initial group.

٢- الخلايا الأمية المركزية Central mother cells.

٣- المنطقة الانتقالية Transition Zone "Cambium like".

٤- المنطقة الجانبية Peripheral zone.

٥- المنطقة المرستيمية الأساسية Rib meristem Zone.

وقــد وجــد Chan & Popham عــام ٥٠ تركيبا" مشابها" على ذات الورق العريض وعموما" فإن مناطق المرستيم القمى موضحة فى شكل١ .

لــم تحــظى المرستيمات القمية لذوات الفلقة الواحدة وبخاصة الأنواع الشبيهة بالأشجار كالنخيل باهتمام مثل الأنواع ذوات الفلقتين ومعراة البذور .وتختلف المرستيمات القمية بيــن الأنــواع تــبعا للعمر والموقع والحالة الفسيولوجية للنبات، حيث تختلف في حجمها وشكلها وتركيبها الداخلي.

وبصــفة عامــة لا يوجد بالبادرات الصغيرة تكشف واضح للمنطقة ألقمية وكلما تقدمت في العمر يتواجد نظام واضح ومحدد لتركيب هذه المنطقة.

كذلــك يمكن تحديد المناطق المختلفة من المرستيمات القمية بواسطة حجم الخلايا ووجود الفجوات وقابليتها للصبغ (أخذ الصبغة) Stainability ومستويات الانقسام بها.



شكل (١): يوضح المناطق المختلفة فى المرستيم القمى.

أ – تشكيل الغلاف والبدن فى بعض مغطة البذور (غ: الغلاف، ب: البدن) وفقاً لنظرية شميدت عام ١٩٢٤.

ب– المناطق الخلوية المختلفة فى العديد من معراة البذور وفقاً لنظرية فوستر عام ١٩٣٨. ١: البوادىء القمية، ٢: خلايا أمية مركزية ، ٣: منطقة الانتقال، ٤: المنطقة المحيطية و ٥: المرستيم العرقى.

ج– المناطق الخلوية فى العديد من مغطاة البذور وفقاً لشان وبوفام عام ١٩٥٠ (١: الغلاف ، ٢: الخلايا الامية المركزية، ٣: منطقة كامبيومية، ٤: مرستيم عرقى و ٥: المنطقة المحيطية).

مصدر الأوراق

تنـــتج كـــل الأوراق من مرستيمات قمية نتيجة انقسامات محيطيه في الطبقات الخارجية للمنطقة المرستيمية الجانبية

وفـــي معظم ذوات الفلقتين (مغطاة البذور) تحدث الانقسامات المحيطية الأولى في الطبقة الثانية والثالثة تحت السطح يليها انقسامات عمودية على الطبقة السطحية .

وفـــي بعـــض ذوات الفلقة الواحدة تحدث انقسامات عمودية على الطبقة السطحية تؤدي لتكوين معظم أنسجة الورقة.

وعـــلى ذلـــك ففي مغطاة البذور نجد أن الأوراق قد تنتج فقط من منطقة الـــ Tunica أو من خلايا من كل من الـــ Tunica والـــ Corpus تبعا لسمك منطقة الـــ Tunica.

فإذا كانت الـــ Tunica طبقة واحدة: تنتج الأوراق من الـــ Corpus.

وإذا كـــانت مـــن طبقتين أو ثلاث طبقات: تنتج الأوراق من كل من الـــ Tunica والـــ Corpus.

وإذا كانت أكثر من ٥ طبقات فتنتج الأوراق من الـــ Tunica .

بيـــنما فـــي معـــراة البذور تنشأ الأوراق من الطبقة الخارجية من خلايا المنطقة الجانبية نـــتيجة انقسامات محيطية وقطرية وتصبح بوادىء الأوراق ظاهرة للعين على جانب قمم الأفـــرع كنتوات صغيرة وبعد ذلك تنمو الأوراق الصغيرة لأعلى وتتكشف إلى الأنسجة المختـــلفة Dorsiventral structures (بشـــرة ـــ قشرة ـــ نسيج إسفنجي أو عادي......)

(مع وجود بعض الإستثناءات مثل فى بعض معراة البذور)

وقـــد تتكشـــف أوراق بعـــض الأنـــواع الخشبية باستمرار بدون توقف تبعاً لوقت تكشفها فـــالأوراق التي تتكون في نهاية الموسم في بعض المناطق المعتدلة وأوراق أنواع محددة بالمناطق الاستوائية تستمر في نموها بدون توقف.

بيـــنما فـــي معظم الأنواع الأخرى نجد أن الأوراق المتأخرة تتعرض في مراحل تكشفها المختـــلفة لفـــترة ســـكون في صورة براعم شتوية وتستعيد نموها مرة اخرى في الربيع

التالي، ونتيجة للنظام الدقيق لتكشف بوادىء الأوراق بواسطة المرستيمات القمية تتكون ظاهرة الافتراق الزاوي أو الحلزونى Phyllotaxy والتي مازالت مجالاً للدراسة والمناقشة.

والمسافة القصوى التي يمكن أن تتواجد في النبات هي في الأنواع التي لها أوراق متقابلة (الزاوية بينها ١٨٠) مع زوايا أقل في الأنواع التي بها أوراق متبادلة.

أصل الفروع الجانبية :

تنتج الأفرع الجانبية من براعم إبطية تتكون بعد إكتمال الأوراق، ويختلف نظام خروج البراعم الجانبية بدرجة كبيرة بين الأنواع وعلى ذلك فمن الصعب تحديد إذا ما كان كل بوادىء البراعم الأبطية أو جزء منها تنتج مباشرة من المرستيم القمي للفرع الجانبي أو جزئياً من نسيج العقدة.

وتشبه المرحلة الأولى لتكوين البراعم الجانبية نفس نظام تكوين الأوراق، حيث تحدث انقسامات محيطية وعمودية في الطبقات السطحية لقمم الأفرع الصغيرة، ونتيجة لزيادة النمو يحدث تكون نتوء يعطي المرستيم الذي يكون الفرع والذي يتشابه في تركيبه تماماً مع المرستيمات القمية السابق ذكرها، وبمجرد استطالة أو تكشف البرعم إلى فرع يبدأ تكوين أوراق بنفس الطريقة السابقة وهذه تعطي أفرعا ثانوية أو جانبية أخرى.

تكشف الأنسجة الوعائية الأولية

تبدأ عملية تكشف الخلايا والأنسجة مع تكوين الخلايا الجديدة، ونتيجة للتكشف تتغير كل الخلايا حتى الخلايا المرسيتيمية، ففي المرستيمات الرئيسية يؤدي تكشف الخلايا إلى تكوين الطبقات المرستيمية المختلفة، وباستمرار النمو والتكشف تحدث تغيرات واضحة في الخلايا وتتكشف الأنسجة تحت القمة المرستيمية، ويبدأ تكون النظام الوعائي ويعطي الكامبيوم الأولي Procambium الذى يفصل بين الخشب للداخل

والـلحاء لـلخارج وهـو على هيئة تركيب أسطواني يتكشف مع تكشف الأوراق، وعادة يـتم تكشـف شـرائط الكامبيوم الأولي من أسفل لأعلى Acropetally في بوادىء الأوراق Leaf Primordia لـذوات الفلقـتين ومعـراة البذور، بينما في ذوات الفلقة الواحدة خاصة النـباتات الشـبيهة بالأشجار يستمر التكشف إلى أسفل عند قواعد الأوراق المتكونة حديثاً (من أعلى إلى أسفل) Basipetally

وتبدأ تكشف العناصر اللحائية قبل عناصر الخشب حيث أن تحرك السكريات والمواد الغذائية وانتقالها إلى أعلى مهم لوجود نشاط ميتابولزمي عالي في قمة الساق أثناء موسم النمو، وتتكشف عناصر الخشب الأولى Primary xylem في البداية على الجانب الداخلي من شريط البوادىء الكامبيومية بالقرب من قواعد الأوراق الصغيرة عادة ويتصل بالخشب الناضج في الساق، وقد تتكشف عدة صفوف رأسية من العناصر الخشبية كوحدات منفصلة قبل أن تتصل بالخشب الموجود تحتها، وهذا النوع من تكشف القصيبات يعكس تأثير الهرمونات أو الأوكسينات حيث أن مستوى الأوكسين أو بوادئ الأوكسين Auxin precursors يكون عالي عند قواعد الأوراق المتكشفة حديثاً، وعلى الرغم من أن نظام التكشف الوعائي يختلف بين الأنواع النباتية وأيضاً داخل نفس القمة apex، وتبعاً للأحوال الغذائية فإن هذا النظام واحد أو عام لكل النباتات البذرية.

فسيولوجيا النمو في الساق والأفرع
Physiology of stem and shoot growth

حتى عام ١٩٣٠ كانت معظم الدراسات الخاصة باستطالة الساق Shoot elongation تتعلق بتأثير العوامل البيئية على معدل وفترة النمو وتحديد مدى أهمية العناصر الغذائية الكبرى المختلفة ومستوياتها المثلى لتكشف ونمو النبات طبيعياً، كما أجريت دراسات على تأثير العوامل الطبيعية مثل الحرارة والضوء والماء على بعض العمليات مثل البناء الضوئي والتنفس. وفي هذه الدراسات كان يتم تحليل منحنى النمو رياضياً، وعلى ضوء منحنى النمو يعبر عن النشاط الفسيولوجي بالاختلافات في ميل أو شكل المنحنى للمعاملات بمقارنتها بالنباتات الغير معاملة. ومع معرفة التركيب الكيماوي لمنظمات ومنشطات النمو خاصة IAA تحول الاتجاه من دراسة تأثير العوامل البيئية الخارجية على استطالة الساق إلى العوامل البيوكيميائية. وخلال الـ ٢٠ سنة التالية لهذا الاكتشاف أجريت مئات من الدراسات والملاحظات على مختلف أوجه نمو النبات ووجد أن الأوكسينات مرتبطة بكل عملية فسيولوجية تحدث في النباتات الراقية.

في عام ١٩٥٠ اكتشفت منظمات نمو طبيعية أخرى مثل الجبريلينات والسيتوكينينات تشترك مع الأوكسين في التحكم في مختلف عمليات التكشف في النبات، كما اكتشفت مواد أخرى طبيعية تثبط فعل هذه المنشطات وأصبحت الميكانيات الداخلية المتحكمة في النمو والمستويات الفعالة للمواد المنشطة أو المثبطة التي يستجيب لها النمو والتي تعد هامة لتحديد نظام النمو الابتدائي معقدة للغاية ولأن النباتات الخشبية معمرة فإنها أكثر تعقيداً من النباتات العشبية.

الأفرع الطويلة والقصيرة Long and short shoots

يوجد في معظم النباتات الخشبية شكلان ظاهريان مميزان للأفرع هما الأفرع الطويلة والقصيرة. و كانت الأفرع القصيرة في المخروطيات تسمى بالسيقان القزمية Dwarf shoots،بينما في الأشجار المتساقطة خاصة أشجار الفاكهة تسمى بالأفرع الدابرية (الدوابر) Spur shoots.

وتختلف درجة التحكم الوراثي في السيقان القصيرة بدرجة كبيرة ففي أجناس الصنوبر واللاركس يمكن التنبؤ بنظام توزيعها بدرجة كبيرة بينما في حالة الجنكو يختلف توزيعها إلى حد ما ولكن يمكن التنبؤ به في الأشجار المسنة.

وفي الأنواع المتساقطة توجد اختلافات كبيرة عن الأنواع المخروطية في طبيعة الأفرع القصيرة ، وفي بعض الأجناس مثل الخوخ والكمثرى والموالح تتكون الأفرع في نظام ثابت نوعا بطول العساليج ، بينما في أجناس الزان *Fagus* والزيزفون *Betula* والإسفندان *Acer* من الصعب التنبؤ بتوزيع الأفرع القصيرة على العساليج بالرغم من أنه عادة ما يزداد مع العمر حيث وجد أن أكثر من ٩٠% من أفرع أشجار الـ *Acer rubrum* التي عمرها ٣٠ سنة فأكثر تكون أفرعا قصيرة.

وبدراسة العوامل الفسيولوجية التي تتحكم في نمو الأفرع القصيرة وجدا الباحثين أن الأفرع القصيرة لا يمكنها الاستمرار في النمو بدون أن تتحول لأفرع طويلة، وأطلق على هذه الحالة إعادة إنتاج الأفرع ولاحظوا أن هذا التحول من الأفرع القصيرة إلى الطويلة وبالعكس كان واضحاً في كثير من الأنواع.

وأوضحت الدراسات التي أجريت على تكشف البراعم في الجنكو إنه لا يوجد أي فروق كمية بين المنطقة المرستيمية القمية في كل من الأفرع الطويلة والقصيرة، وأن الفروق ترجع إلى اختلاف نشاط كل منهما.

ففي الأفرع الصغيرة تفشل المنطقة تحت القمية في أن تصبح نشطة وقت تفتح البراعم وعلى ذلك تكون استطالة السلاميات قليلة أو منعدمة.

وفـــي نـــبات الجـــنكو تكـــون براعم الأفرع القصيرة والطويلة متشابهة بينما تختلف هذه البراعم في مظهرها في حالة الـــ Larix.

أيضـــا أنـــواع الصنوبريات التي تمر بالمرحلة العشبية يظل الفرع الرئيسي للنبات ساقاً قصـــيرة لعـــدة سنوات بعد الإنبات ، فمثلاً بادرات الـــ Longleaf pine (*P. palustris*) تظـــل فـــي المرحلة العشبية من ٢–١٥ سنة تبعاً لمدى التنافس وقوة نموها ثم تتحول بعد ذلك إلى أفرع طويلة.

وبدراســـة كميـــة الأوكسين المنتشر في الساق أثناء المراحل المختلفة لتكشف البراعم في نـــبات الجـــنكو وجـــد كمية الأوكسين المنتشر في الأفرع الطويلة أو القصيرة تزداد أثناء فـــترة انـــتفاخ الـــبرعم وتتناقص بمجرد تفتحه. وعلى ذلك فإن البراعم التي تتكشف إلى ســـيقان قصـــيرة تعطـــي أوراقـــاً بدون أي استطالة للسلاميات ومع إستمرار مستويات الأوكســـين بهـــا في التناقص. وعلى النقيض من ذلك فإن البراعم التي تتكشف إلى أفرع طويلة ينشط بها إنتاج الأوكسين المنتشر بمجرد نشاط المرستيمات الأساسية.

وقـــد وجد في حالة بادرات الجنكو الصغيرة القوية إن إزالة براعم الأفرع القمية الطويلة قـــد يتســـبب فـــي انطلاق واحد أو أكثر من بوادىء الأفرع القصيرة على الساق أسفلها. بيـــنما يـــؤدي إزالة هذه البراعم وإضافةتركيزات عالية نفثالين حامض الخليك(NAA)(٥٠٠٠ جـــزء فـــي المـــليون في عجينة اللانولين) يؤدي لمنع تكشف معظم البراعم إلى أفـــرع طويـــلة، وبـــناءاً عـــلى هذه الملاحظات استنتج الباحثون أن الأوكسين الآتي من الـــبراعم القمية التي تستطيل يحدد إذا ما كانت البراعم الجانبية سوف تتكشف إلى أفرع طويـــلة أو تظـــل قصيرة كما هي. في حالة أشجار المسنة كان التكشف إلى أفرع طويلة مختـــلف بدرجـــة كـــبيرة وعـــلى ما يبدو فإنه متلازما" بدرجة كبيرة مع قوة نمو الأفرع الفـــردية. في بادرات الصنوبر طويل الأوراق يبدو أن وجود الأفرع القصيرة يعد أ كثر تعقيـــداً وتوجـــد تحـــت تحكـــم وراثي فالفرع الرئيسي ينمو كفرع قصير وينتج أ وراقاً أبـــرية كـــثيرة تحمـــل أفـــرعاً قصيرة تترتب حلزونياً وتكون متزاحمة حول الساق مما

يعطـــي أفرعا قصيرة عديدة موجودة على الفرع الرئيسي القصير أيضاً وهذه الظاهرة لا يمكـــن تغييـــرها لأن نشـــاط الــــ Rib meristems مثـــبط تمامـــاً ولا يتأثر بمعاملات الإرتباع والفترة الضوئية وإضافة االكاينتين وأندول حامض الخليك. السلاميات.

الكامبيـــــوم الوعائـــــي

The vascular cambium

لـــم يـــتفق الباحـــثين في كل المجالات على المكونات القطرية للكامبيوم الوعائي و أســـتنتج Theodore Hartig ســـنة١٨٥٣ أن الكامـــبيوم الوعائي عبارة عن طبقة مكونة مـــن صـــفين من الخلايا تكون إحداهما الخشب في اتجاه والأخرى تنتج خلايا اللحاء في الاتجاه المضاد.

فيســـنة١٨٧٣ أقـــترح Sanio أن الكامبيوم نفسه يتكون من طبقة واحدة من الخلاياوفي كـــل مـــرة يحدث الانقسام لبوادىء الكامبيوم. تظل أحد الخلايا المتكونة كبادئ كامبيومي بيـــنما تصـــبح الأخـــرى خلية خشبية أو لحائية أمية حسب مرحلة الانقسام وهذه الخلايا الأمية عادة ما تنقسم مرة أو أكثر قبل أن تتكشف وتنضج إلى خلايا خشب أو لحاء.

وبالـــنظر إلى القطاع العرضي للساق أثناء قمة فترة نشاط الكامبيوم نجد أنه من الصعب تحديـــد موقـــع بـــوادىء الكامـــبيوم الوعائي بسبب الانقسامات المتكررة للخلايا الأمية الخشـــبية أو اللحائيةعلى كل جانب ومن هنا كان هناك اعتراض من وقت لآخر على أن الكامبيوم يتكون من صف واحد من الخلايا.

وفي ســـنة ١٩٢٣ أوضـــح Bailey أنـــه إذا لم يكن الكامبيوم مكوناً من صف واحد من الخلايـــا فـــإن اســـتمرار خلايـــا الخشب واللحاء على جانبيه لن يبقى لفترة طويلة فعلى ســـبيل المـــثال إذا انقسمت خلية أمية خشبية بدلاً من الخلية المرستيمية انقساما عرضياً

كانبـا لـزيادة محيط الكامبيوم فلن يوجد لها نظير في الحاء ومن ثم تتكون حلقات غير مستمرة.

ويعتـبر الباحـثون أن طـبقة الكامـبيوم طبقة وحيدة الصف من الناحية الوظيفية ولكن يختـلف عـرض منطقة الخلايا الأمية الخشبية واللحائية باختلاف النشاط الموسمي وقوة نمـو الشـجرة وعـادة تسـتخدم كـلمة الكامبيوم لوصف منطقة الخلايا الأمية الخشبية واللحائية النشطة الانقسام بما في ذلك طبقة بوادىء الكامبيوم.

منشأ الكامبيوم وأنواع الخلايا Cambial origin and cell types

ينشـأ الكامـبيوم الوعـائي من خلايا الكامبيوم الابتدائي والتي تتكشف من اسفل إلى أعـلى على هيئة اسطوانة أو مخروط يغلف الخشب ويغطيه اللحاء تمتد حتى قمة الفرع ويمكـن تتـبع هـذه الشـرائط من خلايا الكامبيوم الأولى التي تمتد إلى أعلى الأوراق الحديثة أو حتى قرب قاعدة المرستيم.

وعقـب نضـج الخشـب أو الـلحاء الأوليين يظل الجزء المركزي من الحزم الوعائية مرسـتيمياً ويقـوم بوظيفة الكامبيوم الوعائي ويصبح الكامبيوم طبقة مستديرة متصلة من الجـزء الناضـج مـن الفـرع الخشبي عن طريق تكشف البوادىء الكامبيومية الجديدة مماسـياً لتصـل بينه وبين الحزم الوعائية المنفصلة. وفي ذوات الفلقتين يمتد الكامبيوم بعـد ذلـك ليصل بين الحزم الوعائية المنفصلة. ويتكون الكامبيوم من نوعين من الخلايا هما:

١- البوادىء المغزلية Fusiform initials.

٢- بوادىء الأشعة Ray initials.

والـبوادئ المغـزلية خلايا مستطيلة ذات نهايات مستدقة بينما تكون البوادىء الشعاعية أقصـر ومتسـاوية الأبعـاد تقريـباً ورغم أن البوادىء المغزلية قد تبدو كأن لها ٤-٦ جوانب فقد وجد Dodd في حالة الصنوبر العادي

P. sylvestris أن عـــدد الأوجـــه لهذه البوادىء المغزلية يصل إلى ١٨وجه ويختلف هذا العـــدد بيـــن الأنواع ونظراً لأن البوادىء المغزلية هي التي تعطي كل العناصر الطولية فـــي الخشـــب والـــلحاء فإن أبعادها والعوامل الفسيولوجية العديدة التي تؤثر علي تلك الأبعاد ذات أهمية في تحديد جودة الخشب الناتج.

وتختـــلف أبعـــاد وحجم البوادىء المغزلية بين الأنواع وتبعاً للعمر والموقع وداخل نفس الشـــجرة. وقـــد أوضح Sanio ذلك لأول مرة سنة ١٨٧٢، وتأكدت بعد ذلك بالعديد من الدراســـات، ولقـــد قدر Baily أطوال البوادىء المغزلية فى عدة أنواع كما يوضح جدول ١.

جدول (١) : أطوال البوادئ المغزلية فى بعض الأنواع الشجرية.

النـــــوع	طول البوادىء المغزلية (مم)
Pinus strobus	3.2
Ginkgo	2.2
Myristica	1.31
Populus	0.49
Fraxinus	0.29
Robinia	0.17

ويمكـــن تمييـــز نوعيـــن مـــن الـــبوادىء الكامـــبيومية المغـــزلية في الاتجاه المماسي Tangential view على النحو التالى فى جدول ٢.

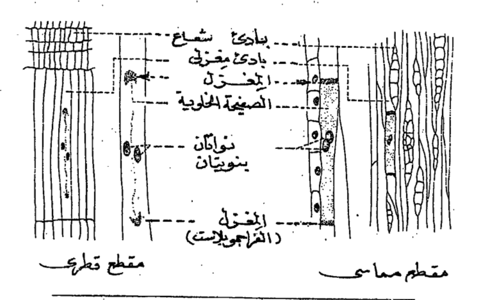
جدول (٢) : الفروق بين البوادئ المصفوفة وغير المصفوفة والأنواع التى تشكلها.

بـــوادىء مصفـــوفة	بوادىء غير مصـــفوفة
البوادىء قصيرة، وتوجد في صفوف متساوية الطول تقريباً. وجوده: يوجد في ذوات الفلقتين الراقية	تكون نهايات البوادىء المغزلية متداخلة مع بعضها وهي تميز الأنواع ذات البوادىء المغزلية الطويلة، وهذا النوع أكثر بدائية من النوع المرتب (المصفوفة). وجوده: وجد في حفريات السراخس ومعراة البذور ويوجد في كل معراة البذور والأنواع البدائية من مغطاة البذور.

نظام انقســــام خلايا الكامبيوم Pattern of cell division

كـــان Baily ســنة ١٩٢٠ أول من وصف عملية الانقسام الخلوي للبوادىء الكامبيومية المغـــزلية ذات الفجـــوات العصارية الكبيرة حيث تنقسم النواة بالقرب من مركز الخلية انقســـاماً ميـــتوزيا إلى نواتين تظلان متقاربتان نسبياً داخل الخلية التي حدث لها استطالة ثـــم تـــبدأ الصفيحة الخلوية في التكون بين النواتين الناتجتين عن طريق الفراجموبلاست (المغزل).

هـــذه الانقسامات المماسية تحدث بصفة مستمرة في البوادىء الكامبيومية والخلايا الأمية الخشـــبية والـــلحائية عـــلى كلا الجانبين منتجة منطقة عريضة نوعا من الخلايا النشطة الانقســـام. ونتيجة لهذه الانقسامات المستمرة تتكون عناصر خشبية ولحائية جديدة ويزداد محيـــط الكامبيوم باستمرار، ولأن البوادىء الكامبيومية لا يحدث لها زيادة في القطر في الاتجـــاه المماســـي فإنهـــا تنقسم انقسامات طولية قطرية لزيادة محيطة الكامبيوم نفسه و يوضح شكل (٢) انقسام البوادئ المغزلية فى الأخشاب الصلدة.

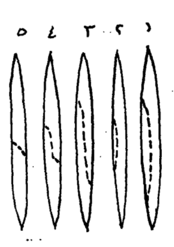


شكل (٢): يوضح الأنقسام المماسى (المحيطى) فى البوادىء المغزلية فى صالدات الأخشاب. هذا النوع من الانقسام يعطى صفوف متتابعة من عناصر الخشب للداخل وعناصر اللحاء للخارج.

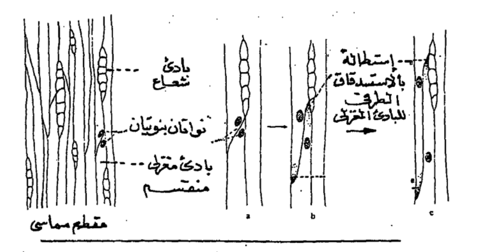
فـــي حالة الكامبيوم غير المرتب فإن البوادىء الكامبيومية تنقسم بتكوين جدار مائل يعقبه اســتطالة الخلايا عند نهايتها (النمو الدفعى القمى) حتى تصبح الخلية الابنة بنفس طول الخــلية الأم أو أطـــول مـــنها. كذلـــك فـــإن هـــناك انقسام جانبى للبوادئ المغزلية فى المخـــروطيات (شـــكل ٣-أ و ٣-ب) وقـــد أوضــــح Bannan(1954-1957) من تجاربه عـــلى *Thuja occidentais* أن معدل وتوزيع الإنقسامات العرضية الكاذبة في الكامبيوم يـــتغير مـــع الـــزمن، وأن هذه التغيرات تؤثر على الطول النهائي لهذه البوادىء وبالتالي القصـــيبات الـــناتجة عنها. ففي السنوات الأولى للنمو القطري فإن الانقسامات العرضية الكاذبـــة تحـــدث كـــثيراً ونتيجة لتكرار هذه الانقسامات مع معدل البقاء العالي لها تتكون بـــوادىء مغـــزلية قصـــيرة وبالـــتالي قصـــيبات قصيرة. ومع تقدم العمر يتناقص معدل الانقســـامات العرضـــية الكاذبـــة ويتناقص معدل بقاء البوادىء المتكونة حديثاً وينحصر حـــدوث هـــذه الانقســـامات فـــي مـــنطقة تكويـــن الخشب المتأخر داخل حلقات النمو المتعاقـــبة. وفـــي الأشـــجار الناضـــجة خاصة المسامية الحلقية تحدث معظم الانقسامات العرضـــية فقـــط في آخر خشب متأخر حيث يكون معدل بقاء البوادىء منخفضاً ونتيجة لذلـــك فـــإن الخلايـــا التي لا تموت سرعان ما تستطيل لتملأ الفراغات الناتجة عن موت البوادىء الأخرى. ومن هنا تتكون بوادىء مغزلية وقصيبات أطول.

تكوين الأشـــــعة

تحـــتاج زيـــادة القطر في الأشجار إلى زيادة مستمرة في الخلايا الشعاعية للمحافظة على الكامـــبيوم وقـــد درس تكوين الأشعة الجديدة في مغطاة البذور بالتفصيل بواسطة كثيرون وقـــد وجـــد Bannan (1934-1951) أن الـــبوادىء الشـــعاعية تـــتكون من البوادىء المغـــزلية نـــتيجة الانقســـامات العرضـــية وبعـــد ذلـــك يزداد طول البوادىء الشعاعية وعرضـــها. وفـــي بعـــض الأحيان تفقد الخلايا المغزلية كلية وتتحول إلى خلايا شعاعية ولا توجد علاقة بين الخلايا الشعاعية الناتجة ونظام تركيب الخشب ففي المراحل



شكل (٣-أ) : إتجاه طولى مماسى للبوادىء المغزلية للمخروطيات.
الإنقسام فى ١، ٢ انقسام جانبى ، الإنقسام فى ٣، ٤، ٥ إنقسام عرضى كاذب أو مائل.



شكل (٣-ب): قطاع مماسي يوضح الانقسام العرضي الكاذب او المائل للبوادىء المغزلية الشائع في المخروطيات.

الأولى لتكشف الخلايا الشعاعية في معراة البذور والأنواع البدائية المغطاة البذور تكون الأشعة متصلة مباشرة بالقصيبات والأوعية عن طريق النقر الموجودة على الأسطح القطرية. أما في مغطاة البذور الأكثر تطوراً تتصل الأشعة الجديدة عن طريق النقر بالأوعية والقصيبات ولكن بمجرد أن تزداد الأشعة لتكون طبقة من ٥-٦ صفوف من الخلايا يحدث انفصال بينها وبين الأوعية والقصيبات ويكون الاتصال فقط في قمة أو نهاية الأشعة بينما لا توجد في المنتصف أي نقر على الأوعية وتظل كخلايا منفصلة. والأشعة لها دوراً مهماً في الحركة الجانبية للماء والعناصر الذائبة.

بالإضافة إلى تكون بوادىء الأشعة الجديدة تحدث تغييرات أخرى في الكامبيوم النشط في الانقسام حيث ينتج خلايا كامبيومية جديدة أكثر من اللازم وقد وجد Bannan (1960) أن معدل بقاء البوادىء الأولية الجديدة في الـ *Thuja occidentals* السريعة النمو حوالي ٢٠%، بينما في الأشجار بطيئة النمو يكون حوالي ٥٠%. كما وجد Evert (1961) أن هناك تناقص ملحوظ في البوادىء المغزلية في الكمثرى وأن العامل المحدد لاستمرار بقاء البوادىء المغزلية الجديدة هو اتصالها بالخلايا الشعاعية التي تمدها بالكربوهيدرات والعناصر الغذائية. ومن ثم فإن الخلايا المغزلية البعيدة قد تكون بعيدة أيضاً عن مصدر التغذية وتموت أو تتحول إلى بوادىء شعاعية جديدة. وقد يكون ذلك ميكانيكية فعالة لتنظيم توزيع الخلايا الشعاعية. وهذا التنظيم ثابت بالنسبة للنوع ويستعان به في تصنيف الأشجار.

العلاقة بين النمو الأولي والنموالثانوي في المناطق المعتدلة:

ترتبط أستعادة النشاط الكامبيومي في الربيع بنشاط البراعم الساكنة ونمو الأوراق. بينما في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية يكون ارتباط النشاط الكامبيومي بذلك يكون أقل وضوحاً حيث قد يظل نشطاً طوال العام مع قمة للنشاط في فترات النمو السريع.

والدراسات الخاصة بالأشجار الاستوائية قليلة حتى ما يتعلق بتكوين الخشب المبكر والمتأخر.

وقد وجد Hartig (1953) أن النشاط الكامبيومي يبدأ عند نهاية البرعم الطرفي وينتشر إلى أسفل وأن هناك نشاطاً مماثلاً يبدأ في البراعم الجانبية ويمتد جانبياً حتى أسفل الفرع. وقد وجد أن نشاط الكامبيوم في كثير من الأنواع الاستوائية مستديمة الخضرة من مغطاة البذور مرتبط بنشاط البراعم.

الانقسام الموسمي للخلايا في منطقة الكامبيوم:

في المناطق المعتدلة ارتبطت ظاهرة تقشر القلف بارتفاع درجة الحرارة في الربيع واستعادة نشاط الكامبيوم وكان يعتقد أن انقسام خلايا الكامبيوم ضروري لتقشير القلف. وقد وجد كثير من الباحثين أن تقشر القلف قد يحدث بعد بدء النشاط الكامبيومي بفترة من ٢-٤ أسابيع تبعا لطبيعة النوع والظروف الموجودة.

وفي المراحل الأولى لتنشيط الكامبيوم تستطيل الخلايا قطريا نتيجة امتصاص الماء وتصبح جدرها القطرية أقل سمكاً ويصبح السيتوبلازم أقل كثافة ويشغل منطقة بسيطة حول الفجوة المركزية الكبيرة للخلية. ونتيجة لهذا يصبح من السهل فصل الكامبيوم وتظهر هذه التغيرات أولاً تحت البراعم وتمتد بطول الأفرع والساق من أعلى لأسفل.

ولقد وجد Huber (1948) أن معدل الحركة لأسفل يكون حوالي متر/يوم في المناخ الدافئ، بينما في البلوط (مسامي حلقي) فإن معدل الحركة سريع للغاية بدرجة يصعب معها تحديد الفروق في سهولة التقشير بين الأفرع العلوية وقاعدة الساق.

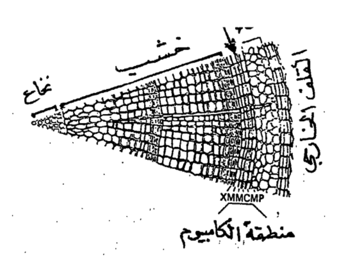
وتتفق معظم المراجع النباتية على أن تبدأ خلايا أو بوادئ الكامبيوم تبدأ في الانقسام بعد فترة الراحة وقد درست المخروطيات بتفصيل أكثر من ذوات الورق العريض في هذا الصدد.

والطـبقة الكامبيومية ليست هي أول خلية تنقسم ولكن تنقسم آخر الخلايا الأمية الخشبية الـتي أمضـت الشتاء يلي ذلك انقسام البوادىء الكامبيومية حتى تصل إلى أقصى إنتاج لهـا بعـد أسـابيع قليلة. ففي الصنوبر الأبيض يكون عرض منطقة الكامبيوم من ٤–٨ صـفوف بيـنما فـي الربيع تصل إلى ١٠–١٥ صف ويتناقص تدريجيا حتى تصل مرة أخـرى إلى ٤–٨ طـبقات فـي نهاية الصيف. وتحدث الانقسامات الأولى في الكامبيوم بـبطء وقـد تسـتغرق الثلاث إلى الأربع انقسامات الأولى من ٣–٤ أسابيع وبمجرد ذلك يـزداد معـدل الانقسـام،ويوضـح شـكلى ٤ و ٥ مـراحل انقسام الكامبيوم والعناصر التشريحية التى ينتجها.

و تنقسـم الخلايـا الأميـة اللحاء على فترات بمعدل أبطأ بكثير من انقسام الخلايا الأمية الخشـبية. وقـد وجـد Bannan أن الخلايا الأمية اللحاء لأشجار *Thuja occidentalis* تنقسـم مرة واحدة لتعطي خليتين تتكشف الخارجية منها إلى خلية غربالية والداخلية إلى خـلية برانشـيمية أو ليفيـة وان عدد الخلايا اللحائية الأمية الناتج خلال موسم النمو أقل بكـثير مـن الموجود على جانب الخشب، وأن الانقسامات الأولى للخلايا الأمية اللحائية تبدأ بعد الانقسامات على جانب الخشب بفترة من ٣–٦ أسابيع.

التحكم الهرموني في النشاط الكامبيومي:

فـي نهايـة العشـرينات وبداية الثلاثينات اكتشفت وعزلت المواد المنشطة الطبيعية في النـباتات ثـم عـرف تركيبها ورغم أن البعض يرى أن إندول حامض الخليك IAA هو المـادة الأساسية التي تنشط الكامبيوم في بداية الربيع فإن هناك عوامل أخرى تتدخل في ذلـك مـثل طول فترة النشاط الكامبيومي وقد وجد في بداية الربيع بعد فترة السكون أن الكامـبيوم يكـون أكثر استجابة لل IAA أكثر منه في نهاية موسم النمو، مما يدل على أن هـناك مـواد مثـبطة للـنمو تـتجمع أثناء موسم النمو تتداخل مع الأوكسين ويصبح تركيزه منخفض.



شكل (٤) قطاع عرضى فى جزء من ساق صنوبر يوضح منطقة الكامبيوم وتوزيع العناصر التشريحية الأخرى.

X : عناصر الخشب

M : الخلايا الأمية للخشب (إلى اليسار) والخلايا الأمية اللحاء (إلى اليمين)

C : بوادىء الكامبيوم

P : عناصر اللحاء

شكل (٥): رسم توضيحي يبين مراحل انقسام الكامبيوم (C) الذي يعطى خلايا أمية للخشب (M) إلى اليسار والتي يحدث لها انقسام لتعطى خلية أمية للخشب أخرى وخلية أخرى يحدث لها استطالة إلى اليسار (E) ثم يحدث بها تغليظ ثانوي لتعطى خلية خشب (X1) ويتقدم التغليظ تعتبر خلية خشب متخصصة(X) وإلى الخارج (جهة اليمين في الرسم) يعطى الكامبيوم (C) خلايا أمية للحاء (M) ثم تنقسم لتعطى خلية أمية للحاء وأخرى يحدث لها استطالة (E) والتي يحدث بها تغليظ فتعتبر خلية لحاء (P).

بالنسبة لـلمخروطيات وجد أن نشاط الكامبيوم يتوقف إذا أزيلت البراعم والأوراق من الأشجار وهذا يعني أن المادة المنشطة تتواجد في الأوراق الحديثة والمسنة، أما في الأنواع المسامية الحلقية والمنتشرة فقد وجد أن هناك تداخل بين IAA وحامض الجبريليك في تنشيط الكامبيوم فقد وجد في أنواع *Acer* و *Populus* أن الأشجار المعاملة باندول حامض الخليك و حمض الجبريليك حدث لها نشاط كامبيومي وكونت خلايا كامبيومية جديدة.

فترة نشاط الكامبيوم:

فى المناصق المعتدلة يبدأ النشاط الكامبيومي في بداية الربيع بعد فترة السكون ويتوقف في نهاية الصيف او بداية الخريف.

ويختلف نشاط الكامبيوم داخل النوع وبين الأنواع النامية على نفس الموقع وعلى ارتفاعات مختلفة، وقد لاحظ هارتج أن هناك فروقاً بين أشجار الشوح spruce داخل نفس النوع في ميعاد بدء وتوقف النمو القطري في كل من الأماكن الدافئة والباردة. وعادة في نفس النوع خاصة في المخروطيات يبدأ النشاط الكامبيومي في الأشجار الصغيرة مبكراً عن الأشجار المسنة وينتهي بعده. وهذا يوضح أن الميكانيكية التي تحكم في بداية انتهاء النشاط الكامبيومي تتعلق بالأوضاع الفسيولوجية الداخلية في النبات أكثر منها بالعوامل البيئية ويتفق معظم الباحثين أن توقف النشاط الكامبيومي في الأشجار الفردية خاصة في المجموعات المفتوحة القوية النمو تحدث أولاً في الأفرع العلوية وتمتد إلى أسفل حتى الجزء السفلي من الساق ثم الجذور. بينما في المجموعات المغلقة أو الكثيفة يتناقص أو يتوقف النشاط الكامبيومي أولاً في الجزء القاعدي أو الأوسط من الساق الذي توجد به الفروع السفلية الضعيفة وأحياناً يمتد فيما بعد إلى

الأفـرع العـلوية القويـة. أيضا في الأشجار المسنة جداً يتناقص النشاط الكامبيومي في الجزء السفلي من الساق قبل تناقص الجزء العلوي.

بالنسـبة للأشـجار الاستوائية فهناك معلومات قليلة عن آلية توقف النشاط الكامبيومي بها ورغـم أن هـناك قمم للنشاط الكامبيومي متبادلة مع فترات ينخفض بها نشاط الكامبيوم فـي كـثير مـن الأنـواع الاسـتوائية فإنـه من الصعب تحديد وقت انخفاض النشاط الكامـبيومي نـتيجة تعـدد صفات النمو الناتجة في نفس الشجرة أو في بعض الأشجار وصعوبة تمييز الحلقات السنوية عن بعضها.

تكوين حلقات النمو:

يمكـن مشاهدة حلقات النمو بالعين المجردة بالقطاع العرضي نتيجة الاختلافات في صـفات الخشـب الطـبيعية أثـناء النمو وتختلف هذه الاختلافات تبعا للنوع فمثلاً في المخـروطيات تـتكون الحـلقة السـنوية أساسا من القصيبات التي يمكن تمييز الخشب المـبكر والمتأخر بها بواسطة كلا من حجم وسمك وجدار الخلية. بينما في ذوات الفلقتين يكـون الـتمييز بين حلقات النمو واضح أو غير واضح تبعا لصفات النوع. ففي الأنواع المسـامية الحـلقية مـثل البلوط تكون الحلقات واضحة جداً للعين لأن الخشب الصيفي يكـون بـه أوعيـة أصغر وتكون الألياف القصبية به صغيرة وأكثر إنضغاطاً. بينما في الأنـواع المسـامية المنتشرة لا يمكن تمييز الفروق في كل الحالات بالعين المجردة ومع ذلـك فهـناك الكثير من الأنواع المسامية المنتشرة تنتج أليافاً أكثر من الأوعية في نهاية موسـم النمو وهذه يمكن تمييزها بالعين المجردة، وقد درس براون سنة ١٩٦٣ العلاقات التشـريحية بيـن الأنـواع الخشبية في معراة البذور الأولية والمتطورة وأمكن عمل ١٤ تقسيم للتركيبات الخشبية بناءا على الصفات الآتية:

١- كمية وتوزيع الأنسجة الأساسية (القصيبات والألياف).

٢- موقع وحجم الأوعية وطبيعة جدرها العرضية.

٣- الاتصال بين الأنسجة الأساسية.

٤- موقع برانشيما الخشب.

٥- الفراغات بين الأنسجة الأساسية.

وقـد وجد في الأنواع البدائية أن القصيبات والقصيبات الليفية تتصل ببعضها خلال النقر المضـفوفة الموجـودة عـلى الأسـطح القطـرية وأيضاً عن طريق النقر الموجود على الجـدار المماسـية فـي الخشب المتأخر بينما في كثير من مغطاة البذور تكون الأوعية عـبارة عـن شبكة معقدة داخل الحلقة. ففي بعض الأنواع يتم الاتصال بين الأوعية في الحـلقات المـتجاورة عـن طـريق النقر الموجودة على الجدر المماسية بينما في أنواع أخـرى تكـون الأوعيـة معزولة بمجموعة من القصيبات ويكون الاتصال بين الحلقات المـتجاورة عـن طـريق القصيبات فقط. في أنواع أخرى تكون الأوعية محاطة بخلايا برانشـيمية حية ولقد أوضحت الدراسات الخاصة بنمو الحلقات السنوية أنها تختلف تبعاً للنوع والعمر وظروف النمو وأنه من الصعب تعميم قاعدة عامة لكل الحالات.

وفـي الأنـواع الاستوائية من الشائع تكوين الحلقات السنوية المتعددة حيث تتكون حلقة جديـدة مـع كل انطلاق نمو نتيجة وجود فترة نمو عالية يليها فترة نمو منخفضة. ومن هـذه الملاحظـات العامة يمكن القول بأن هناك ٣ نظم مختلفة لتكوين الحلقة السنوية في الأشجار البالغة هي:

١- مجموعـة مـن الأشـجار الـتي تكـون حلقة نمو واحدة تحت ظروف النمو الطبيعية وتتبعها أشجار المناطق الباردة.

٢- مجموعـة الأشـجار الـتي تكـون أكثر من حلقة خلال السنة الواحدة وتتبعها أشجار المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية.

٣- مجموعـة مـن الأنـواع القليلة التي تفشل في تكوين حلقات نمو محددة خلال الموسم وتتـبعها الأشـجار القريـبة من خط الاستواء التي يوجد بها تجانس في الظروف البيئية مما يؤدي إلى استمرار النمو طول العام.

فسيولوجيا تكوين الحلقة السنوية:

كــان Devries ســنة ١٨٧٢ أول من أعتقد أن الزيادة في ضغط القلف أثناء موسم الــنمو يؤدي إلى ضغط ميكانيكي ونقص في أقطار الخلايا الكامبيومية عند إنتاج الخشب الصــيفي وأعــتقد أن هذا الضغط يحدث نتيجة الإضافات الجديدة في الربيع التي تؤدي إلى هــذا الضغط فيتحول الإنتاج من خلايا رفيعة الجدر إلى خلايا سميكة الجدر صغيرة القطــر. وأكــد نتائجه بوضع طوق حول محيط الشجرة لمسافة محدودة فوجد أن الخلايا الــناتجة أصــغر فــي القطــر لدرجة أن العالم الألماني جوليوس سنة ١٨٨٢ وضع باباً كــاملاً عن تكوين خشب الصيف في مذكراته بفسيولوجيا النبات بناءاً على التجارب التي قــام بهــا Devries. في عام ١٨٨٢ فند Krabbe فكرة Devries حيث أوضح أن ضغط القــلف كــان أقــل فــي الصيف أثناء تكوين الخشب المتأخر عنه في الربيع أثناء تكوين الخشــب المبكر. كما أوضح أن التغير في حجم مكونات الخشب في بعض الأنواع يكون فجائيــاً وهــذا لا يمكــن تفســيره حيث يلزم في هذه الحالة ضغطاً فجائياً بعكس نظرية Devries.

وقــام بتطــبيق ضغوطاً خارجية فوجد أنه لكي ينخفض النمو القطري في المخروطيات يــلزم مــن ٣-٥ ضغط جوي وهذا أكبر بكثير جداً من الضغط الطبيعي للقلف وعلى هذا لــم تعــد نظــرية Devries معمول بها وأستمر الحال على ذلك لفترة كبيرة حيث أقترح معظــم المشــتغلين بفسيولوجيا النبات أن العوامل الخارجية التي تؤثر على ضغط الماء داخــل الخلايــا لهــا علاقة بنوع الخشب حيث وجدوا أن أعلى محتوى مائي كان أثناء تكويــن خشــب الــربيع بيــنما تزايد النقص المائي في نهاية الموسم وفسروا أن تكوين الحلقات الكاذبة الذي يحدث نتيجة استعادة أو تحسين ظروف النمو يرجع أساساً لذلك.

وخلال السنوات العشر من ١٩٦٠-١٩٧٠ تراكم قدر كبير من المعلومات عن دور الهرمون في تكوين حلقات النمو السنوية وأشهر الباحثين في هذا الميدان Witkowoska، Wodzicki، Larson، Zahner، Oliver.

وأوضحت التجارب أن إنتاج الأوكسين يكون مرتبطاً بنمو الأفرع وتكشف الأوراق مع تكون خلايا كبيرة القطر للخشب المبكر وأن توقف نمو الأفرع وانخفاض مستوى الأوكسين مرتبط ببدء تكوين الخشب المتأخر وأن تأثير العوامل البيئية يكون غير مباشر بحيث أن تأثيرها يرجع إلى تأثيرها على العوامل المؤثرة على نمو الأفرع وتكشف الأوراق وإنتاج الهرمون.

وفي الدراسات التي قام بها Larson على تكوين الحلقة السنوية لأشجار من الصنوبر الأحمر *P. resinosa* عمرها ٥ سنوات باستخدام طول الفترة الضوئية كوسيلة للتحكم في النمو الطولي للساق وتكون الخشب وجد أنه تحت فترات ضوئية طويلة (١٨ ساعة) فإن نمو الساق ازداد وتكونت خلايا واسعة القطر تشبه الخشب الربيعي كما وجد أن إنتاج الهرمون كان مرتبطاً بفترة استطالة الساق بينما وجد أن النباتات التي نميت في نهار قصير(٨ ساعات) تناقص نمو الأفرع وكمية الأوكسين الناتجة وتحولت لإنتاج خلايا خشبية مشابهة للخشب المتأخر.

أيضاً تمكن Larson من إنتاج حلقات كاذبة عن طريق تعريض النباتات لسلسلة دورات من النهار الطويل والقصير كما وجد أن تكوين هذه الحلقات لا يتم إلا في وجود البراعم بينما وجد أن الخلايا المزال براعمها استمرت في إعطاء خلايا تشبه الخشب المتأخر سواء عرضت لنهار طويل أو قصير كما أضاف الهرمون خارجياً لنباتات مزالة براعمها نامية تحت نهار قصير فوجد أن الكامبيوم أنتج خلايا تشبه الخشب المبكر بدون الحاجة إلى إطالة الفترة الضوئية مما يؤكد أن التأثير هرموني.

كمـــا وجد أن التغير في الخشب من الخشب المبكر إلى الخشب المتأخر يحدث عند قـــاعدة الأشـــجار ويمـــتد مـــن أسفل لأعلى تحت الظروف الطبيعية وهذا بعكس النشاط الكامبيومي.

أيضـــا درس العـــامل المتعلق بسمك جدر الخلايا الذي يظهر في الخشب المتأخر ووجد أن هـــذا يحـــدث نتيجة انتقال المواد الممثلة من التاج إلى الساق وأوضح أن حجم الجزء القـــائم بعملية التمثيل يكون أكبر في الصيف عنه في الربيع كما وجد أن هناك اختلافات بيـــن الأشـــجار الكـــبيرة والصغيرة، ففي الأشجار الكبيرة وجد أن الجزء أسفل التاج هو أكثر الأجزاء التي تتلقى كمية من المواد الممثلة.

كمـــا أوضـــحت دراســـات Wodzicki أن التـــناقص في حجم الخلايا أحياناً يرجع إلى ارتفاع نسبة المثبطات المنتشرة والذائبة في النبات.

ممـــا ســـبق يتضـــح أن المـــواد الهرمونية والغذائية تؤثرعلى تكوين حلقة النمو ويمكن تلخيص ذلك على النحو التالى:

١) أي عوامـــل تشـــجع نمو البراعم ونمو الساق واستمرار تكشف الأوراق تؤدي إلى إنتاج مســـتويات عاليـــة من الأوكسين وخلايا ذات أقطار واسعة Early wood type وبالعكس يـــؤدي انخفاض درجة الحرارة والفترة الضوئية القصيرة والجفاف إلى خفض نمو الساق وتكشـــف الأوراق ممـــا يقـــلل من مستويات الأوكسين وتكوين خلايا ذات أقطار أصغر Late wood type.

٢) بالنســـبة لزيادة سمك الخلية فهذا يتوقف على كمية التمثيل في الموسم وعلى ذلك تكون كميـــة التمـــثيل الصـــافي في الصيف أعلى مما يؤدي إلى ترسيب مادة خلوية أكثر على جدار الخلية.

الكامبيوم الفليني: **phyollgen**

فـــي معظـــم المـــراجع النباتية يعطي الكامبيوم الفليني Phellogen إلى الخارج خلايا الفـــلين (Phellem) ويعـــطى إلى الداخـــل طـــبقة واحدة أو أكثر من الخلايا البرانشيمية تســـمى قشرة فيللينية (Phelloderm) ويطلق على كل هذه الطبقات الثلاث مجتمعة لفظ الـــ Periderm والبريدروم ليس هو القلف. فالقلف يشمل كل الأنسجة خارج الكامبيوم الوعـــائي (الـــبريدرم جـــزء مـــن القلف) وحينما يفصل القلف عن الأشجار أثناء نشاط الكامـــبيوم يفصـــل معـــه أيضـــا الكامبيوم الوعائي وعلى ذلك فمن الناحية العملية يشمل القـــلف كـــل الأنســـجة خـــارج آخر حلقة خشب سنوية وأحياناً تستخدم تعبيرات القلف الخـــارجي والقـــلف الداخـــلي. وتطلق كلمة القلف الداخلي علي الكامبيوم وكل الأنسجة الحيـــة مـــن الـــلحاء التي تقوم بعملية التوصيل بينما يتكون القلف الخارجي من البريدرم وكـــل الأنســـجة المعزولة بواسطة البريدرم وقد أطلق كثير من الباحثين منذ أكثر من ٨٠ سنة لفظ الـــ Rhytidome على القلف الخارجي.

وتكـــون معظـــم النباتات الخشبية بريدرم يحل محل الأبيدرمس (طبقة القشرة) بمجرد أن تـــبدأ النباتات الصغيرة في الزيادة في القطر. ويتكون البريدرم في بعض الأنواع في سن صـــغيرة جـــداً بيـــنما في أنواع أخرى يتكون عند أعمار كبيرة. وهناك بعض الأجناس الخشـــبية لا يـــتكون بها البريدرم علي الإطلاق بينما في أجناس معينة مثل *Ilex, Acer, Eucalyptus, Acacia* نجـــد أن نســـيج القشـــرة يســـاير الـــزيادة في القطر عن طريق اســـتمرار الانقســـامات والـــزيادة فـــي المحيط طالما أن النبات حي. وفي بعض الأنواع تعطـــي خلايـــا الإبيدرمـــس كامـــبيوم فلليـــنى مثل بعض أنواع العائلة الوردية وجنس الصفصـــاف ولكـــن في معظم الحالات يتكشف الكامبيوم الفليني من الطبقة الخارجية من الخلايـــا الفليـــنية أو أحيانـــا من الطبقات الداخلية منه. وفي بعض الأنواع يظل الكامبيوم الفليـــني نشـــطاً لعـــدة ســـنوات كما فى الـــ *Fagus* والـــ *Carpinus* والـــ *Acer* والـــ *Abies* وفـــي بعـــض الأنواع يحل محل الكامبيوم الفليني الأولي كامبيوم فليني آخر نتيجة تكشفه من الأنسجة الداخلية للقشرة أو اللحاء الثانوي.

ونجـد أن الكامـنبيوم الفليني يختلف في طريقة نشأته ففي بعض الأحيان ينشأ من الخلايا الناضـجة للقشـرة أو الأنسجة التي لا تقوم بعملية التوصيل في اللحاء ولا يعرف تماماً حـتى الآن كيفيـة تكشف هذه الخلايا لكي تصبح مرة أخرى خلايا مرستيمية. وقد وجد أن تكشـف الكامـبيوم الفليني في الأشجار الصغيرة يكون تحت طبقة البشرة أو تحت أي جـرح موجـود وبعـد تكـون الكامبيوم تحدث انقسامات مماسية Periclinal لكي تعطي خلايـا فلـلين وفي الوقت نفسه تحدث انقسامات قطرية Anticlinal لزيادة قطر الكامبيوم حـتى يتلاءم مع الزيادة في قطر الشجرة. وينتج الكامبيوم الفليني كمية كبيرة من الخلايا الخارجيـة cork cells الفـلين أكـثر مـن الخلايا البرانشيمية Phelloderm وفي بعض الأنواع لا ينتج الكامبيوم الفليني خلايا Phelloderm على الإطلاق.

في بعض الأحيان يعطي صف واحد أو أثنين خلال موسم النمو بينما في بعض الأنواع مثل *Quercus suber* ينتج كميات كبيرة من خلايا الفلين. في بعض الأنواع ينتج الكامبيوم الفليني عدة صفوف من الـ Phelloderm يعتقد أنها تقوم بوظيفة التخزين كما تقوم بوظيفة مشابهة لخلايا اللحاء البرانشيمية وهذه الظاهرة ملاحظة في بعض الأنواع في العمر الصغير مثل الصنوبر طويل الأوراق *P. palustris* وترجع طبيعة البريدرم الواقية في الأشجار إلى الصفات الطبيعية للخلايا الفلينية حيث تكون هذه الخلايا عند موتها عالية السوبرة كما أنها تعمل كموصلات رديئة للحرارة كما أنها أقل نفاذية للماء والبخار ويبدأ ترسيب السيوبرين في خلايا الفلين أثناء تكشفها وبعد أن تصل لدرجة النضج قبل أن يصبح البروتوبلاست غير نشط. ويترسب السيوبرين في صورة رقائق فوق جدار السليلوز الأولى وقد أوضحت صور الميكروسكوب الإلكتروني أن خلايا الفلين تظهر تحت الميكروسكوب في صورة طبقات نتيجة ترسيب السيوبرين والشمع على التبادل. كما وجد أن هناك ثقوب بلازمودزمية بطبقات السيوبرين وقد أوضح بعض الباحثين أن السيوبرين يحتوي على أحماض دهنية غير مشبعة وأنه منفذ جزئياً بينما ترجع صفات عدم نفاذية الفلين إلى طبقات الشمع.

المراجـــــع

Zimmerman, N.H; Brown, C.L., and Kyermt, 1974. Tree structure and Function ..Springer-Verlag.New York

Kramer P.J. and Kozlowski, 1979. Physiology of wood plants. Academic Press. Inc. London. LTD

دكتور/ طلعت عبد الحميد عمران ودكتور/ احمد على الستاوى١٩٩٧ : محاضرات متقدمة فى فسيولوجيا الأشجار.

الباب السابع

تأثيرات الأشجار

الباب السابع

تأثيرات الأشجار

يمكن تقسيم تأثيرات الغابات ومجموعات الأشجار الخشبية من الناحية العلمية والعملية إلى ثلاثة أقسام هي: التأثير على المناخ والتأثير علي الأرض والتأثير على مصادر المياه.

عوامل المناخ :

١-الضوء:Light

أ- يعتبر الضوء عامل هام جداً في تحديد نمو النبات ومصدر الضوء والحرارة هو الشمس.

ب- إجمالي الطاقة التي يستقبلها سطح من الأرض عمودي على أشعة الشمس الفراغ يقدر بحوالي ٢ كالورى/ سم٢/ دقيقة وهذه الكمية تعادل ١٠٠٠٠ قدم شمعة بوحدات الإضاءة.

ج- يصل ٤٠% من هذه الكمية إلى الأرض في صورة ضوء مرئي (٠,٤-٠,٧ ميكرون) يستعمل منها ١% فقط في عملية التمثيل الضوئي.

الضوء وشكل النبات العام

لكي يحصل النبات على أكبر قدر من الضوء فإنه يحور من شكله ونظام التفريع وترتيب الأوراق ونظامها و الأشكال العامة لنظام التفرع هي:

أ -الشكل المخروطي: ويتم فيه نمو الساق الأصلي من خلال الفروع التي توجد في طبقات متتالية فوق بعضها بدون تعريض الفروع السفلى لحظر الظل.

ب- الأشجار ذات الورق العريض: وهي تتميز بشكل نصف كروي أو خيمي وهو يعطي ميزة بخصوص تعريض الأوراق للضوء.

ج- المتسلقات: وهي تستعمل غيرها من النباتات لكي تدعمها ميكانيكيا للحصول على أكبر كمية متاحة من الضوء.

د - الأنواع العشبية: وهي ذات أوراق رأسية وعلى ذلك لا تكون ظلاً يذكر وتسمح للضوء أن يتخلل الطبقات السفلى.

هـ - النباتات الطفيلية: وهي تتطفل على بعض النباتات وتحدث ضرر لها في بعض الأحيان.

العوامل التي تؤثر على شدة الضوء في الطبيعة :

توجد عوامل تؤثر على شدة الضوء في الطبيعة وتؤدي إلى وجود اختلافات أو مناخات ضوئية بها وأهمها:

١- خط العرض:

أ- يزداد طول النهار مع زيادة خط العرض في فصل الصيف ويقل في فصل الشتاء.

ب- تزيد كمية الإشعاع التي يمتصها الجو مع زيادة خط العرض لذلك يحدث نقص في شدة الإضاءة كلما زاد خط العرض.

ج- تتغير نوعية الضوء مع خط العرض وهذا التأثير قليل الأهمية من الناحية البيئية.

د - تتكون ظلال طويلة عند خطوط العرض العليا لإنخفاض ارتفاع الشمس وهذه الظاهرة لها أهمية عملية في التركيبات البيئية بالغابات.

٢- فصل السنة:

في أي مكان تختلف الأطوال الضوئية خلال فصل الصيف عن الموجودة خلال فصل الشتاء.

٣- الارتفاع:

أ- تـزيد شـدة الضوء مع الارتفاع حتى تصل عند ارتفاع ٨٠٠٠ قدم إلى ٤٠% عن شدته عند سطح الأرض.

ب- تـزداد كميـة الأشـعة فوق البنفسجية مع الارتفاع وتصل عند الارتفاعات العالية إلى أكثر من باقي الضوء وهذه الظاهرة لها تأثير ضار على النباتات.

٤- السحاب:

تكوين السحب له علاقة بكمية الضوء التى تتواجد بمنطقة ما ويلاحظ الأتى:

أ- يقـلل تكويـن السـحب كمية الضوء الإجمالية إلى ١/٣-١/٦ كمية الضوء المتاحة في يوم صافي خال من السحب.

ب- تختلف درجة السحب وتكوينها إلى حد ما مع خطوط العرض.

٥- الإنحدار والتعرض:

أ- أكثر المناطق في شدة الإضاءة تقع على المنحدرات العموديةعلىالشمس.

ب- تكـون الفروق بين المناطق الشمالية والجنوبية أعلى ما يمكن عند خطوط العرض الوسطى.

تأثير الغابة على كمية الضوء :

تؤثـر الغابـة على كمية الضوء التي تصل إليها. فعند سقوط الضوء على التيجان يـنعكس مـنه جزء ويستقبل الجزء الآخر وقد وجد أن نسبة الضوء المنعكس تتراوح من ٥-٢٠% مـن كمية الضوء الساقط وتختلف باختلاف الانواع. ففى غابة بلوط صغيرة السـن كـانت ١٨%وفى غابـة صنوبر صغيرة السن كانت ١٤% بينما وصلت في الـ Firs إلى ١٠% وقـد وجـد أنه عند مرور الضوء خلال تيجان الغابات الكثيفة التي بها أكـثر مـن طـبقة تاجيـة وصـلت شدة الضوء تحت التاج إلى أقل من ١% من شدته

الطـبيعية فـوق الـتاج. والأمثلة على ذلك عديدة ففي السويد وجد أنه عندما كانت شدة الضـوء فـوق الـتاج ١ كالورى/سم٢/دقيقة فإنها وصلت إلى ٠,٠٦كالورى/سم٢/دقيقة تحـت غابـات البلوط وإلى ٠,٠٤كالورى/سم٢/دقيقة تحت غابات الصنوبر بينما وصلت تحت غابات الـ Picea الكثيفة إلى ٠,٠٠٨ كالورى/سم٢/دقيقة.

أيضـاً تختلف نوعية الضوء تحت التاج عن الضوء الساقط. فقد وجد انخفاض في نسـبة الأشـعة القصـيرة وزيادة في نسبة الأشعة الطويلة الموجه مع زيادة كثافة تيجان الأشجار.

وهـناك عوامـل عديدة تؤثر على كمية الضوء تحت التاج فقد وجد أن كمية الضوء تحـت الـتاج تتأثر بعدد الأشجار في وحدة المساحة. فقد وجد في غابة من الصنوبر عمـرها ٢٥ سـنة أجـري بها خف بدرجات مختلفة أن المناطق التي كان بها ٣٠٠٠-٦٠٠٠ شـجرة/هكـتار كانت شدة الإضاءة تحت التاج ١٥-١٦% من شدته فوق التاج بيـنما وصـلت نسـبة الضوء بها تحت التاج إلى٦٠% عند وجود ١٣٠٠ شجرة/هكتار ويـرجع ذلـك إلى وجـود فـتحات بالتاج لا يمكن غلقها عند وجود أقل من ٣٠٠٠ شجرة بالهكتار مما يؤدي إلى زيادة كمية الضوء التي تصل لأرض الغابة.

تختـلف كمية الضوء الموجودة تحت تيجان الأشجار تبعاً لعمرها. فأكبر كمية مـن الضوء تصل إلى أرض الغابة عند وجود البادرات الصغيرة وتقل هذه الكمية حتى تصـل أقـل مـا يمكـن في فترة عدم وجود فتحات بالتاج عند عمر ١٥-٥٠ سنة تبعاً للـنوع وتـزداد بعـد ذلك تدريجياً نتيجة لزيادة موت الأشجار ووجود فتحات بالتاج يمر فيها الضوء باستثناء الغابات التي يكون بها طبقة تحت تاجية تمنع الضوء مرة أخرى.

تختـلف نسبة الضوء التي تصل إلى أرض الغابة تبعاً للنوع خاصة قبل بداية النمو ففى شـهر أبريل نجد أن الأنواع المستديمة الخضرة تسمح بمرور نسبة أعلا قليلاً قبل تكون الأوراق الجديـدة وزيـادة الكـثافة الورقيـة في الصيف أما الأنواع المتساقطة الأوراق

فتــتراوح نســبة الضــوء التي تصل لأرض الغابة بها من ٣٠-٧٠% من شدته الأصلية خلال هذه الفترة.

النســبة المــئوية من الضوء التي تخترق التاج تقل كلما زادت شدة الضوء الساقط على الغابــة فقــد وجد في أحد التجارب على غابات الــ Douglas fir أن شدة الضوء تحت الــتاج كــانت ١٠% مــن شــدته الأصلية عندما كانت ١٦٥٠٠ Lux وإلى ٣% عندما زادت شدة الإضاءة إلى ٨٦٢٠٠ Lux.

المــناطق الموجــودة عــلى حافة الغابة يكون الضوء فيها وسط بين المناطق المفتوحة والمناطق الكثيفة وتقل كمية الضوء كلما ابتعدنا عن حافة الغابة.

الاستشعار الضوئي:

نجــد أن انعكــاس الأشــعة فــي المــدى المرئي (٠,٤٥- ٠,٧٥ ميكرون) يكون مــتفاوت في معراة البذور ومغطاة البذور بينما بالقرب من مدى الأشعة تحت الحمراء (٠,٧-١ ميكــرون) يكــون الإنعكــاس أكثر وضوحاً في مغطاة البذور عن معراة البذور وقــد اســتغلت هذه الظاهرة في بعض الحالات لتمييز الأنواع باستخدام الأفلام الحساسة للأشــعة تحــت الحمراء. وقد أستخدم الاستشعار من بعد لمعرفة بعض الظواهر بالغابة فباســتخدام أجهــزة الاستشعار التي يمكنها استقبال الأشعة طويلة الموجه (من ٤,٥-٥,٥ ميكــرون) أمكــن تصــوير أي حرائق صغيرة بالغابة حتى ارتفاع ٧٠٠٠ متر لأن مثل هذه الأجهزة يمكنها تصوير أي جسم تبلغ درجة حرارته ٣٠٠°م.

بيــنما الأجهــزة الــتي تستقبل طول موجة ٨-١٤ميكرون يمكنها أن توضح بعض حــالات الإصــابة الحشــرية والمرضية قبل ظهورها للعين المجردة حيث تكون درجة حرارة الأشجار المصابة أعلا ١-٣ درجات عن السليمة.

٢-الحرارة Temperature

تعـتمد معظم العمليات الفسيولوجية على الحرارة وتزداد سرعة العمليات الحيوية مع زيـادة درجـة الحرارة حتى تصل إلى درجة الحرارة المثلى وخارج هذه الدرجة يحدث تأخر في معدل العمليات المختلفة.

علاقة الحرارة بالنمو النباتي

أ- العمـل الأساسـي لـلحرارة هـو التحكم في معدل العمليات الفسيولوجية والتكوين العام للنبات.

ب- تؤثـر الحـرارة على نواتج عمليات التمثيل الضوئي فالأنواع الشجرية التي تنمو في مناطق شديدة البرودة تكون كمية وافرة من عديدات التسكر.

جـــ- كـل نـوع له حلقة نمو تكون ثابتة في طبيعتها و لها حدود حرارية ودرجة حرارة مثلى.

د- لا يوجـد جـزء مـن سـطح الأرض حار جداً أو بارد جداً بحيث لايسمح بنمو بعض أشكال أو صور النباتات الحية.

هـــ- درجـات الحـرارة المثـلى للنباتات الشمسية تتراوح نهاراً من ٥٠-٨٥°ف ، أما النباتات الظلية فهي ٦٠°ف أو أقل.

درجات الحرارة والنمو النباتي

توجـد عـدة طـرق لربط درجة الحرارة بالنمو النباتي والنطاق البيئي للنوع وأهم هذه الطرق:

أ- المجمـوع الحـراري: وهـذا يـأخذ في الإعتبار مجموع متوسط درجات الحرارة النهارية فوق الصفر المئوي (أو الحيوي ٤١°ف) خلال فترة حياة النبات.

ب- الدلائل الأسية : وهذه تعتمد على أن معدل أي تفاعل حيوي بالنبات يتضاعف مع زيادة درجة الحرارة ١٠°م أو ١٨°ف تبعا قاعدة فانت هوف ويلاحظ أن هذا يمكن تطبيقه حتى درجة الحرارة المثلى لأن السيتوبلازم يتأثر فوق هذه الدرجة ويمكن حساب دليل التفاعل كالآتي:

معدل التفاعل

حيث n = درجة الحرارة (٥م) -٥م / ١٠

والمجموع الحراري هو أكثر إستعمالا لسهولة تطبيقه وارتباطه بطول موسم نمو النبات.

الإختلافات الحرارية بالأرض:

تختلف التوزيعات الحرارية بالمناطق المختلفة وتنقسم إلى:

١-مناطق خطوط العرض:

أ- يتميز المناخ الاستوائي بوجود تغيرات حرارية صغيرة جداً في حدود (١-٢°م) .

ب- يتميز المناخ المداري بوجود نطاق سنوي صغير من درجات الحرارة (حوالي ١٠° م) وهي غالباً ما تتأثر بشدة بفترة سقوط الأمطار.

جـ- تتميز المناطق المعتدلة بوجود ٤ فصول وإختلافات واسعة في درجات الحرارة (حوالي ٣٥°م).

د- يتميز المناخ القطبي بالليل القطبي الطويل ونطاق حراري متسع للغاية (٧٥° م).

هـ- يحدث انخفاض في درجة الحرارة كلما اتجهنا من خط الاستواء حتى القطبين.

٢- القرب والبعد من المصادر المائية:

يتميز المناخ القاري بأن الاختلافات اليومية والسنوية نطاقها أوسع من المناطق الساحلية لنفس خطوط العرض.

٣-المناخ الجبلي:

أ- تنخفض درجة الحرارة ٣°ف لكل ارتفاع قدره ١٠٠٠ قدم عن سطح الأرض.

ب- تقل التغيرات الحرارية النهارية مع زيادة الارتفاع عن سطح البحر.

جـ - يبدأ موسم النمو عادة متأخراً بمدة أسبوعين وينتهي مبكراً بحوالي ١٠ أيام لكل زيادة في الارتفاع قدرها ١٠٠٠ قدم عن سطح البحر.

٤- الإنحدار والتعرض:

الأسطح المعرضة للجنوب تكون أكثر دفئاً من المعرضة للشمال خاصة بالقرب من سطح الأرض وفي طبقة التربة العليا.

تأثير الغابة على درجة حرارة الهواء تحت التاج

يغير وجود الغابة من درجات الحرارة تحت التاج وهذا التغير بصفة عامة هو خفض في درجة الحرارة القصوى وزيادة درجة الحرارة الدنيا ولو أنه ليس من الضروري أن تختلف درجة حرارة الغابة في الشتاء بدرجة كبيرة عن الأماكن المفتوحة ولكن يكون داخل الغابة أبرد من خارجها في فصل الصيف خاصة في الغابات الكثيفة الظليلة وذلك في المناطق المعتدلة الباردة. وقد فسرت نتائج الدراسات العوامل المؤثرة على ذلك ففي دراسه على ثلاثة أنواع من الغابات وجد أن الـ Scots pine تأثيره بسيط على خفض درجة الحرارة في الصيف داخل الغابة وليس له أي

تأثيــر غالــباً في الشتاء بينما وجد أن الــ Norway spruce يخفض درجة الحرارة داخل الــتاج ويرفعها في فصل الشتاء أما الــ Beech فهو أكثر الأنواع فاعلية في خفض درجة الحرارة خلال فصل الصيف.

وبــناء عــلى ذلك وجد أن العوامل الطبيعية المؤثرة على خفض أو زيادة درجة الحــرارة أســفل الــتاج غيــر كافيــة لتفسير سلوك الأنواع المختلفة. فمن المعروف أن الغطــاء الــتاجي يقــلل من الإشعاع الشمسي الذي يصل أسفل التاج ويخفض من درجة الحــرارة ولكــن فى نفــس الوقت يعمل التاج على تقليل حركة الهواء أسفله ويمنع فقد الإشــعاع الــناتج مــن ســطح الأرض إلى المنطقة أسفل التاج وهذا لا يمكن من تفسير خفــض الـــ Beech درجــة الحــرارة صيفاً أكثر من الــ Norway spruce والــ Scots pine وقــد وجــد أن العــامل الأساســي المؤثر على خفض درجة الحرارة هو عــامل فســيولوجي وليــس عامل طبيعى وهو النتح لما له من تأثير مبرد فالأنواع التي تنــتح أكــثر ستكون أكثر قدرة على خفض درجة الحرارة أسفل التاج عن الأنواع الأقل نــتحا وقــد وجد من التجارب أن الــ Beech كان معدل النتح به أكبر ما يمكن وأن الــ Scots pine كان أقل ما يمكن. أما الــ Norway spruce فكان وسط بينهما.

٣- الرياح Wind

للرياح تأثير على نمو الغابات وتوزيع الأنواع بها نتيجة لما يلي:

أ- تحــدد الــرياح وحــركة الهــواء إلى حــد كبير النتح من الأوراق نتيجة إزالة الطبقات الهوائيــة المشــبعة مــن عــلى سطح الورقة بإستمرار وزيادة التبادل بين الهواء الجوي والهــواء داخــل الثغور وهذا له تأثير على إحتياجات النبات المائية بالإضافة إلى تبريد الأوراق.

ب- تـؤدى حركة الهواء إلى دخول ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء إلى داخل الورقـة ممـا يشجع التمثيل الضوئي. كما أنها تؤدي أحيانا إلى دخول المواد الملوثة الموجودة بالجو إلى الأوراق مما يؤدي إلى ضرر للغابة أو تحطيمها كلية.

جـ ـ هـبوب الـرياح من جانب واحد لها تأثير على شكل التاج وحجمه.ويؤدى الانحناء نـتيجة الرياح إلى تكوين جذوع قصيرة والى زيادة نحافة الأشجار كما يؤثر على نوعية الخشب.

د- يؤثـر الانحـناء نتيجة الرياح على شكل الشجرة ويؤدي إلى تكوين جذوع قصيرة وإلى زيادة نحافة الأشجار كما يؤثر على نوعية الخشب.

هـ ـ تـؤدي الرياح إلى أضرار مختلفة للجذور مثل الكسر والتمزق واحتكاكها بالصخور ممـا يـؤدي إلى دخول فطريات العفن وغيرها للجذوركما تعتبر الرياح عا مل أساسي في كسر الجذوع واقتلاع الأشجار وموتها.

و- الرياح عامل ضروري لإنتشار حبوب اللقاح في بعض الأنواع الشجرية.

وتـتحدد حركة الهواء في منطقة الغابة إلى مدى كبير بالسطوح الخارجية لمجموعة الأشـجار حيـث تنخفض سرعة الرياح بإنخفاض الارتفاع فوق التيجان نتيجة الاحتكاك وتصـبح منخفضة بدرجة كبيرة واضحة من أسفل التاج باستثناء الغابات التي تكون فيها المـنطقة السـفلى خالية من الأفرع حيث تكون سرعة الرياح فى هذه المنطقة أعلا عما في منطقة التاج أو بالقرب من سطح الأرض.

تأثيـر الأنـواع المتساقطة على خفض سرعة الرياح أقل بكثير من الأنواع المستديمة في فـترة التسـاقط كمـا يـتوقف مقدار الخفض على كثافة تاج الأشجار وكثافة المجموعة الشجرية .

و مـن الـناحية البيولوجية تؤثر الرياح على البخرنتح فعند تعريض النبات للرياح يحـدث نقـص في المحتوى المائي للأوراق. ويظهر التأثير التجفيفي للرياح بوضوح في الأشجار الصغيرة .

وتأثيـر الـرياح يظهر أكثر مع الأنواع ذات الجذور السطحية أو ذات الأراضي الخفيفة أوالغدقة.

٤-الضباب والندى

ويعتـبر الـندى والضباب ذات أهمية واضحة بالنسبة لتوزيع ونمو الغابات بالرغم مـن أن ميكانيـة ومـدى هذا التأثير من الصعب إيضاحه بتجارب دقيقة. يؤدى وجود الضـباب إلى خفـض النتح وتكثف الرطوبة على الأشجار وفي المناطق الجافة تتكثف كميات ملحوظة من الرطوبة على الأشجار في الليالي التي يتكون بها الندى.

تأثير مجموعات الأشجار الخشبية على عامل الماء

تؤثـر الأشـجار على دورة الماء بين الجو والأرض فعند سقوط الأمطار أو ذوبان الجـليد يتسـرب جـزء إلى باطن الأرض ويفقد بالبخر أو يتبقى في قطاع الأرض وقد يـتحرك جـزء مـنه تحت تأثير الجاذبية حتى يصل الماء الأرضي وفى حالة الأمطار الغزيـرة يفقـد جزء بواسطة الجريان السطحي. بينما في مناطق الغابات نجد أن جزء مـن المطـر يصـل لأرض الغابة وجزء يحتجز بواسطة تيجان الأشجار والجزء الذي يصـل لأرض الغابـة يتخـلل قطـاع الأرض ويفقد عن طريق البخر أو النتح بواسطة الأشـجار أو يـتحرك جـزء منه حتى يصل إلى الماء الأرضي كذلك إذا كانت كمية الجـزء الواصـل إلى أرض الغابـة كبيرة قد يحدث جريان سطحي لجزء منه. بالنسبة لـلجزء المحتجز قد يسقط جزء منه على الأرض مرة أخرى عن طريق السيقان أو على هيئة قطرات كبيرة تسقط من على الأوراق ويتبخر جزء.

يؤثـر نـوع الغابـة فـي كمية المياه المحتجزة بواسطة التيجان فالأنواع مستديمة الخضـرة تحجـز كميـة أكـبر عـن الأنواع متساقطة الأوراق. أيضا تحجز الأنواع

متســاقطة الأوراق كميــة أكبر عندما يكون بها أوراق في فصل الصيف عنها في فصل الشتاء.

فــي مــناطق الــبحر المتوســط تسقط الأمطار في أثناء فترة سقوط الأوراق وعلى ذلك تكــون قدرة الغابات المتساقطة الاوراق على حجز الماء بسيطة بعكس الغابات الموجودة فــي وســط أوربــا حيــث تسقط الأمطار في فصل الصيف و تكون الأشجار في أقصى قدرتها على حجز الماء بواسطة التيجان.

كذلك تتناسب الكمية المحجوزة بواسطة تيجان الأشجار عكسياً مع شدة الأمطار.

يجــب معــرفة أن الأمطار الأقل من ٢مم قد تحتجز كلية بواسطة التاج وكلما زادت كميــة المطــر الساقطة في المرة الواحدة أو في وحدة الزمن كلما قلت نسبة الماء المحتجز.

وتختــلف النســبة المحجــوزة تــبعاً للنوع وكثافة وعمر المجموعة الشجرية وتبعاً لقرب أجهزة قياس المطر من السيقان وكذلك تبعا للتيجان والفتحات الموجودة بالتاج.

تأثير الغابات على البخرنتح

الــبخر نتح فقد الماء من الأرض وأوراق النبات إلى الجو وفي حالة الغابات يقصد بالبخر فقد الماء من الأرض أو المادة العضوية أو من الماء المحتجز بواسطة التيجان.

يــرجع الفقــد في الغابات الكثيفة أساساً إلى النتح بينما في الغابات المفتوحة يكون البخر نســبة لا بــأس بهــا. و نتيجة امتصاص الغابات الكبير للطاقة فإن التنتح بها أكثر من الأشــكال الخضــرية الأخرى، كما أن امتداد الجذور له دور في زيادة البخرنتح في الغابــات عــن مــناطق الحشائش وأيضاً بين الغابات وبعضها وهناك تحورات مختلفة للنــباتات لمواجهــة الــنقص فــي المــاء خلال مواسم النمو، ومن الوسائل التي تتخذها النــباتات هــو وجود قشرة سميكة وطبقة شمعية خارجية على الورقة مما يقلل فقد الماء

عـن طـريق البشـرة ويسـاعد على غلق الثغور وزيادة عكس الورقة للأشعة وبالتالي تقليل درجة حرارتها.

كذلـك مـن الوسائل التي تتخذها النباتات لتقليل النتح خفض المساحة السطحية للأوراق مـع نقـص كميـة المـاء. وقد وجد في الدراسات التي أجريت على غابات الـ sitka spruce أن المسـاحة الورقيـة لهـا بالمناطق الرطبة كانت ٣٨م٢ من الأوراق/م٢ من الأرض وهـذه كـانت حوالـي خمس مرات قدرها في الأنواع الجافة مثل الـ Juniper ٢٧م٢/م٢مـن الأرض وحـتى في الغابات النقية تزداد المساحة الورقية كلما اتجهنا من البيئات الجافة إلى البيئات الرطبة الباردة.

٥- الحرائق

تؤثـر الحرائق على عدد كبير من الغابات وتعتبر الحرائق عامل طبيعي وبيئي هام له تأثير من عدة نواحي تشمل الآتي:

أ- الخواص الطبيعية والكيميائية للموقع.

ب- تجمع المادة العضوية.

جـ - الأنـواع الموجودة وتكشفها واستقرارها وتركيبها وتنوعها مما يؤثر على المجموعة خاصة عملية التعاقب.

د- بيئة الحيوانات البرية وأعدادها.

هـ - وجود الحشرات والكائنات المتطفلة والفطريات وأعدادها.

أنواع الحرائق:

تنـتج الحـرائق غالـبا مـن الـبرق الذي يسبب حوالي ٥٠٠٠٠ حريق في العام بالمـناطق الـبرية ، ويعتبر الإنسان ذو تأثير كبير في حدوث الحرائق. وتقسم الحرائق بالغابات إلى ثلاثة أنواع تبعا لمنطقة الاشتعال وهي:

١- الحرائق الأرضية ٢- الحرائق السطحية ٣- حرائق التيجان

الحرائق الأرضية

وهــذه تنشــأ مــن الحــرائق السطحية نتيجة تحركها وحدوث حريق بطبقة المادة العضــوية الســميكة الــتي توجــد فوق الأرض المعدنية ويحدث الاحتراق تحت السطح وهــذه الحرائق ليس لها لهب وتسبب موت معظم النباتات التي تتواجد جذورها في طبقة المــادة العضــوية ويحــدث الاحتراق في هذا النوع من الحرائق ببطء وينتج كمية كبيرة مــن الحــرارة وفي وجود مادة عضوية مبتلة فإن الحرارة الناتجة من المناطق المحترقة تســبب جفــاف المناطق المجاورة وإستهلاكها في الحريق وهذا النوع من الحرائق يستمر فترة طويلة وتعمل كمصدر لاشتعال الحرائق السطحية.

الحرائق السطحية

وهــي تحــدث فــي المنطقة العضوية الموجودة فوق أرض الغابة وتسبب إستهلاك المــادة العضــوية وتــؤدي إلى حــرق النباتات العشبية والشجيرات وقواعد الأشجار و أحيانــاً قممهــا ويتوقف الموت أو الضرر على كثافة الحريق وعمر الأشجار وطبيعة جذورهــا فالصــنوبريات الصــغيرة تموت من الحرائق السطحية بينما الأشجار المسنة تــتحمل لوجــود قــلف سميك يحمي الكامبيوم من الحرارة كما يتوقف على إرتفاع تاج الشــجرة فــوق مستوى اللهب. والأنواع ذات الجذور السطحية أكثر عرضة للضرر عن الأنــواع ذات الجــذور العميقــة. وهــذا النوع من الحرائق يقتل البادرات الصغيرة لكل الأنــواع وكذلــك الأشــجار الكبيرة لمعظم الأنواع الغير مقاومة للحريق تختلف الأنواع المقاومــة لــلحرائق الســطحية فى درجــة تحمــلها وقد ترجع دلرجة التحمل إلى عدم تعــرض الجــذور للضرر ومقاومة التاج للغازات الساخنة الناتجة من الحريق أكثر من وجود القلف السميك الذي يحمي الكامبيوم من ضرر الحرارة.

حرائق التيجان:

وهــذا النوع يحدث عندما تسبب الرياح قذف المواد المشتعلة من الحرائق السطحية عــلى تيجــان الأشــجار مما يسبب إشتعالها وتأخذ النيران في الانتقال من تاج إلى آخر خاصـــة فــي المجموعــات الكثيفة المتجانسة العمر حيث تموت معظم الأشجار التي في طــريقها. والمخــروطيات أكــثر عرضة للحرائق التاجية نظراً لسهولة اشتعال أوراقها ووجودهــا أكــثر في مجموعات نقية وهذا النوع من الحرائق قد يحدث حرائق سطحية في مناطق أبعد منه نتيجة قذف القطع المشتعلة بعيداً عن المنطقة.

مقاومة الأنـــواع:

توجــد عــدة صفات تجعل الأنواع مقاومة أو ملائمة للحرائق ويمكن تقسيم الأنواع تبعاً لقدرتها على مقاومة الحرائق إلى:

أ- أنواع تمنع حدوث ضرر من الحرائق.

ب- أنواع تتكشف مرة أخرى بعد الحريق.

جـ ـ أنواع تحتل الموقع بعد الحريق.

د ـ أنواع تشجع حدوث الحرائق.

الصفات التي تمنع حدوث ضرر من الحرائق:

أ- وجود قلف سميك كما في الصنوبريات والبلوط وكثير من المخروطيات.

ب ـ وجــود مرحــلة تشــبه البادرات فيها الحشائش Grass-stage كما هو الحال في الـ Long leaf pine حيــث تظهــر الــبادرات عــلي هيئة خصل من الحشائش تستمر ٦ ســنوات وقــد تصــل إلى١٢ ســنة وهــي تتميز بوجود جذر عميق للبادرات وتقوم الأوراق الكــثيفة الموجــودة حــول الــبرعم الطرفي بحمايته من الحريق وكلما احترقت

الأوراق تكونــت أوراق جديدة بدلاً منها وبعد هذه المرحلة ينمو الساق و يرتفع بسرعة فوق مستوى الحرائق السطحية.

جـــ ــ وجــود جــذور عميقة أو وتدية في الأشجار الصغيرة كما في بعض أنواع البلوط والـــ hickories د- الــنمو السريع في المرحلة الشابة حيث ترتفع التيجان بسرعة عن المنطقة السطحية التي تحدث بها الحرائق.

هــــ ــ وجــود انحناءات بقاعدة الساق تحمى البراعم الساكنة من خطر الحرائق كما هو الحال في معظم أنواع الصنوبر الجامدة مثل الــ pitch pine و الــ shortleaf pine.

طــبيعة الــتفريع ومدى حدوث التقليم الطبيعي فالأنواع التي يحدث بها تقليم طبيعي بسرعة مــثل الــــ larches والصــنوبريات أكــثر مقاومـــة للحرائق عن الأنواع البطيئة التقليم الطــبيعي مــثل الـــ hemlocks والـــ true firs وأيضا" الأنواع التي بها أفرع متدلية أكثر عرضة للحرائق.

وــ وطــبيعة الموقــع فالمواقع المفتوحة تقلل من احتمال الحرائق كما تعطي مادة جافة أقل على الأرض.

زــ أن تكــون الأوراق الحية غير سهلة الاشتعال فمعظم أوراق ذوات الورق العريض أقل فــي اشــتعالها عــن المخروطيات كما نجد أيضاً في المخروطيات أن larches بها مواد قابلة للاشتعال بالأوراق أقل من الصنوبريات والدوجلاس فير.

حــــ ــ ســرعة تحلل الأوراق حيث تقلل من تجمع المادة العضوية وفرصة اشتعالها وتنقال الحرائق بواسطتها كما هو الحال بالنسبة للــ sugar maple.

التكشف بعد حدوث الحرائق

وهــذا يــتم عــن طــريق الفروع الجديدة التي تنشأ بعد حدوث الحرائق مثل قواعد السـيقان وهــذا يحــدث في معظم مغطاة البذور بينما يكون نادرا بالمخروطيات باستثناء الصــنوبريات الجــامدة مــثل الــ pitch & shortleaf pines حيــث تنتج الأفرع من

الـــبراعم الســـاكنة الموجودة في آباط الأوراق الموجودة أسفل الساق كما تنشأ من الجذور فـــي بعض أنواع الحور والـــ sweet gum أو الريزومات كما وبعض الشجيرات أيضاً قد تنشأ من الترقيدات.

احتلال الموقع:

وهذا يحدث نتيجة:

أ- الإنـــتاج المـــبكر للـــبذور حيث تساعد على تكاثر النوع بالموقع خاصة المواقع التي تحـــدث بهـــا الحـــرائق عـــلى فترات متقاربة ومثال لذلك الـــ ledgepole pine و pitch pine.

ب- إنـــتاج بـــذور خفيفة سهلة الحمل بواسطة الرياح يمكنها أن تنتقل مسافة كبيرة من المـــناطق الغيـــر محـــترقة إلى المناطق المحترقة مثل الـــ trembling aspen حيث ينتج بذورا خفيفة زغبية تنتقل لمسافات بعيدة و وتحتل المواقع المحترقة.

جـــ ـــ عـــدم تفـــتح المخـــاريط كما في كثير من الصنوبريات مثل lodgepole pine, pitch pine , jack pine وهـــذا قـــد تســـتمر ١٠-٢٥ ســـنة عـــلى الشجرة محتفظة بحيويـــتها وتتفـــتح نتيجة الجفاف الشديد لها حيث تكون حراشيفها مرتبطة مع بعضها بواســـطة راتـــنجات Resins تذوب عند درجة حرارة أعلا من ٤٥°م وقد وجد أن مخـــاريط هـــذه الأنـــواع يمكـــنها تحمل حرارة حتى ٩٥٠°م لمدة ٣٠ ثانية بدون فقد حيوية البذور.

د ـــ عـــدم وجـــود دور ســـكون بالبذور حيث تنبت بعد سقوط أي أمطار عقب الحريق كما في بعض الأنواع المذكورة سابقاً.

هـــ ـــ الإنـــبات نتيجة الحرارة فبعض الأنواع ذات القصرة الصلدة مثل أجناس Rhus, Ceanothus, Arctostaphylos تظـــل ســـاكنة بالـــتربة وتنبت نتيجة الحرائق التي تؤدي إلى تشقق أغطية البذور.

تشجيع الحرائق:

الصفات التي تزيد حتمال الحرائق هي:

أ- وجود مواد قابلة للاشتعال بالأوراق والقلف. فأوراق الصنوبريات وكثير من المخروطيات بها مواد سهلة الاشتعال مما يؤدي وحدوث الحرائق السطحية وكذلك الأنواع التي بها قلف سهل الاشتعال مثل بعض أنواع الكافور والـ paper birch.

ب- بقاء الأوراق الجافة على التاج يشجع الحرائق التاجية كما هو الحال في الـ red ceder وأشجار البلوط الصغيرة العمر.

جـ- قصر الأنواع: حيث يكون التاج على مسافة بسيطة من الأرض مما يمكن من انتقال الحرائق السطحية إلى التيجان وهذا يشمل كل الأنواع الصغيرة العمر والبطيئة النمو ذات الأوراق القابلة للاشتعال مثل الـ jack pine .

والحرائق لها تأثير مباشر وغير مباشر على الموقع، والتأثير المباشر يشمل احتراق المادة العضوية ورفع درجة الحرارة وتسخين الطبقة السطحية من التربة وانطلاق ثاني أكسيد الكربون والغازات النتروجينية إلى الجو وترسب العناصر المعدنية في صورة رماد مما يقلل من حموضة الأرض ويزيد من نسبة القواعد بها بينما يقلل من النتروجين الكلي.

يؤثر زيادة درجة حرارة الطبقة السطحية على نشاط الأحياء الدقيقة حيث يزداد نشاط البكتريا بعد الحريق لانخفاض الحموضة بينما يقل معدل إختراق الماء للأرض نتيجة انضغاط سطح التربة وبرغم أن الحرارة لها تأثير مباشر على الأرض من عدة نواحي فإن التأثير الكلي لا يغير من جودة الموقع بدرجة ملحوظة لأي فترة من الوقت.

أما التأثير الغير مباشر فيتمثل في موت كل الغطاء النباتي مما يؤدي إلى تغيير عملية التعاقب حيث يمكن للأنواع المحبة للضوء والموجودة بالمناطق المجاورة أن

تغـزو المـنطقة كما أن الأنواع التي لها جذور وتدية عميقة والتي لها القدرة على إنتاج فروع جديدة سوف تزداد بعد الحرائق.

٦-البرق Lightning

للـبرق دور مهم في القضاء على كثير من الأشجار بطريقة مباشرة أو غير مباشرة وكذلـك فـي إشـعال الحرائق وتتراوح تأثيرات البرق من عدم وجود أي ضرر إلى انفصـال القـلف أو تحـول الشجرة إلى شرائح كما أنها أحياناً تقتل الأفرع مسببة موت جـزئي للـتاج يعرف بالموت القمي للتاج. كما قد يؤدي إلى وجود شقوق أو حفر عند قواعـد الأشـجار تـؤدي إلى ضرر أو موت الجذور. أحياناً تؤدي الصاعقة إلى موت عدة مئات من الأشجار

وتختـلف الأنـواع فـي مدى الضرر الذي يحدث لها من البرق فمثلا خشب البلوط بـه محتوى مائي عالي مما يعطي فرصة لحدوث ضرر له من البرق كما أن وجود قلف نـاعم بالـزان يكون عادة مبتل أثناء العواصف الرعدية يؤدي إلى انتقال معظم الشحنة الكهـربية خـلال تيار الماء الموجودة خارج القلف وتقليل الضرر الذي يحدث للأشجار. للـبرق تأثيـرات غيـر مباشرة حيث يؤدي إلى إشعال الحرائق وزيادة قابليتها للإصابة بالحشـرات والأمـراض والاقـتلاع بواسطة الرياح، فأشجار المخروطيات التي تضار بالـبرق تجـذب خـنافس القـلف الـتي تنتقل من الشجرة المصابة إلى الشجرة السليمة المجـاورة كمـا إن الجـروح التي يحدثها البرق بالأشجار تكون أماكن لانتقال كثير من الأمراض

فـي نفـس الوقـت فإن البرق يؤدي إلى تحول بعض نتروجين الهواء الجوي إلى أكاسيد نتروجين وبالتالي إلى وجود نتروجين في صورة متاحة للنبات.

أراضي الغابات Forest soil

تختلف أراضي الغابات عن أراضي المحاصيل العادية من عدة نواحي فمحتوى المادة العضوية في أراضي الغابات خصوصاً في الطبقة السطحية أعلا منه عن أراضي المحاصيل كما إن إستهلاك العناصر الغذائية في أراضي الغابات أقل وإضافتها أكثر. وللمكونات الحيوية دور أكثر أهمية في أراضي الغابات .

المادة العضوية في أراضي الغابات

تؤثر المادة العضوية على الصفات الطبيعية والكيماوية والحيوية لأراضي الغابات مثل النفاذيةو خواص الأرض المائية و التهوية و مدى اختراق الجذور للأرض. بالإضافة إلىتأثير المادة العضوية المنظم كمادة غروية.

أما التأثيرات الحيوية فتشمل استخدام المادة العضوية كمصدر للطاقة بواسطة الأحياء الأرضية كما أنها تعتبر مصدر للعناصر الغذائية نتيجة تحللها واستخدام العناصر المعدنية مرة أخرى.

مصدر المادة العضوية في أراضي الغابات

تنتج المادة العضوية في أراضي الغابات من بقايا كلاً من النبات والحيوان. المصدر الأساسي للمادة العضوية هو الأوراق والفروع والجذور و الثمار والقلف بالإضافة للأعشاب الموجودة في أرض الغابة تحت التيجان.

وتكون الكائنات الحية الدقيقة نباتية و حيوانية جزء بسيط من المادة العضوية. وتختلف كمية المادة العضوية بدرجة بسيطة في الأنواع المختلفة تحت نفس الظروف البيئية أو في نفس المنطقة .وعلى ذلك فإن الأنواع لا تتحكم في كمية المادة العضوية ولكن تؤثر الظروف البيئية على كمية المادة العضوية أكبر كمية من المادة العضوية تضاف لأرض الغابة خلال عمليات الخف و التقليم و عملية القطع النهائي.

التركيب الكيماوي للأجزاء النباتية الطازجة

تتكون الاجزاء النباتية من عدد كبير من المركبات النتروجينية والغير نتروجينية ويختلف التركيب حسب:

١- أجزاء النبات ٢- العمر ٣- النوع النباتي

قد قسم Waksman المواد النباتية التي تسقط على أرض الغابة إلى:

أ- سكريات أو نشويات أو كربوهيدرات بسيطة معظمها قابل للذوبان في الماء البارد أو الساخن.

ب- السكريات الخماسية والمركبات الخماسية مثل Pentose والمواد البكتينية وأي مواد هيمسليلوزية وهذه تتحلل بواسطة الأحماض المخففة.

جـ- السليلوز الحقيقي.

د- اللجنين والمركبات التانينية.

هـ- الدهون والشموع والزيوت.

و- البروتينات والأحماض الأمينية.

ز- المكونات المعدنية: وهذة تختلف تبعاً للنوع وتبعاً لأجزاء الشجرة وأكبر كمية منها توجد بالأوراق وأقل كمية في سليلوز ولجنين الأخشاب.

تركيب المادة العضوية:

يعتبر Wallerius (١٧٦١) أول من عرف الدبال على أنه يتكون أثناء تحلل البقايا النباتية وأن له قدرة امتصاصية عالية للماء والعناصر وأعتقد أنه غذاء للنبات.

بعد ذلك وجد Lomonosev أن الأراضي السوداء اللون هي الأراضي التي بها دبال يتكون من بقايا الحيوانات والنباتات وقد تمكن Brazillius من عزل المواد الدبالية ووجد أن هذه المواد لها مقدرة على تكوين مركبات مع أملاح الحديد وسمى هذه المركبات بأسماء الأحماض المختلفة ووجد المجموعتين التاليتين:

1- Crenic acid 2- Apocernic acid

ووجد ان الـ Apocrenic acid يعتبر ناتج أكسدة الـ Crenic acid.

بعد ذلك قسم Mulder المواد الدبالية تبعاً للونها وذوبانها في الماء والمحاليل القلوية إلى ٣ مجاميع.

1- Ulmin and Humin

وهذه المجموعة لا تذوب في القلويات وتذوب في الماء.

2- Ulmic acid and humic acid

وقد ميز بينهما على أساس اللون. Ulmic acid بني والـ Humic acid أسود

وميز هذه المجموعة عن السابقة بالذوبان في القلويات.

3- Crenic acid and apocrenic acid

وهذه تذوب في القلويات وفي الماء والأحماض

وأعتقد أن المواد الدبالية الأخرى الموجودة في اللجنين مثل حمض الفورميك وحمض الخليك وحمض البيوتريك تتواجد أيضاً في الأرض على الرغم من أنها تتواجد أكثر في الدبال:

بعد ذلك بدأ العلماء في دراسة خاصية كل مركب من مركبات الدبال هذه المركبات

Oden قسم المواد الدبالية إلى ما يلي:

1-Humus Coal.

وهو يشبه المواد الناتجة من التقطير الائتلافي للخشب وهو غير قابل للذوبان في الماء أو القلويات ولكن ينتفخ بالقلويات ولونه أسود.

2-Humic acid

وهذا يكون معلقات في الماء ويذوب في القلويات لونه بني داكن.

3-Hematomelanic acid

المحتويات

مقدمه ٥

الباب الأول

الفصل الأول: الغابة تعريفها ونشأتها ٩

- توزيع الغابات بالعالم ١١
- الاستهلاك العالمى من الأخشاب ١٣
- الغابات والزراعات الحرجية بالعالم العربى ١٦
- علم الغابات ١٨
- أنواع الغابات فوائد الغابات ٢٣
- فوائد الغابات ٢٩

الفصل الثانى: العوامل المحددة لانتشار وأهمية الأنواع ....

الباب الثانى: قطع وإكثار الغابات الطبيعية

- الطرق الخضرية ٤١
- الطرق البذرية ٤٣
- طريقة الشجرة البذرية ٤٧
- طريقة الغابة الواقية ٥٢
- طريقة الاختيار ٥٨

الباب الثالث: العمليات الساسية التى تجرى على مجموعات الأشجار الخشبية ٦٣

- عملية الخف ٦٣
- الخف المنخفض ٦٦
- الخف التاجى ٦٧
- الخف الاختيارى ٧٠
- الخف الميكانيكى ٧٣
- الخف الحر ٧٥
- التقليم ٧٦
- التقليم الطبيعى ٧٧
- التقليم الصناعى ٧٩

الباب الرابع: قياسات الأشجار ٨٥
- قياس الأقطار ٨٦
- قياس الأطوال.. ٩١
- تقدير الأحجام ٩٩
- جداول الأحجام ١٠٣
- طرق تقدير معامل الشكل ١٠٤
- قواعد الكتلة تقدير الأعمار ١٠٥
- تقدير الأعمار ١٠٧

الباب الخامس: زراعات الحماية البيئية ١١١
- مصدات الرياح والأحزمة الخضراء ١١٣
- أنواع مصدات الرياح ١١٣
- التأثيرات البيئية لمصدات الرياح ١٢٥

الباب السادس: النمو فى الأشجار ١٣٩
- النمو الأولى والثانوى فى الأشجار ١٤١
- فسيولوجيا النمو فى الساق ١٤٧
- الكامبيوم الوعائى ١٥٠
- الكامبيوم الفلينى ١٦٦

الباب السابع: تأثيرات الأشجار ١٦٩
- عوامل المناخ ١٧١
- الضوء.. ١٧١
- الحرارة ١٧٦
- الرياح.. ١٧٩
- البخر نتح ١٨١
- الحرائق ١٨٣
- البرق ١٨٩
- أراضى الغابات ١٩٠



الناشر
بستان المعرفة
لطبع ونشر وتوزيع الكتب
كفر الدوار - الحدائق ☎ ٠٤٥/٢٢٤٢٢٨